



GIBBSCAM- MULTIMEDIAOPINTOMATERIAALI

Jukka Tahvanainen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2013
Kone- ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantojärjestelmät

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

JUKKA TAHVANAINEN:
GibbsCAM-multimediaopintomateriaali

Opinnäytetyö 75 sivua, joista liitteitä 5 sivua
Toukokuu 2013

GibbsCAM on teollisuudessa käytössä oleva CAD/CAM-ohjelmisto. Suomessa ohjelmistoa jälleenmyy Cenic Finland Oy, joka myös tukee ja antaa koulutusta kyseisen ohjelmiston käyttöön. Yrityksellä ei ollut olemassa koottua suomenkielistä opintomateriaalia ohjelmistosta, mistä syntyi tarve työn tekemiselle. Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää yritykselle suomenkielinen multimediaopintomateriaali. Työn tarkoituksena oli, että yrityksen asiakkaat pystyisivät alkukoulutuksen jälkeen perehtymään ohjelmiston käyttöön itsenäisesti materiaalin avulla.

Työ rajattiin koskemaan neljää pääkohtaa, jotka ovat ohjelmiston perustoiminnot, sorvaaminen, jyrsiminen sekä solidien käsittely ohjelmistossa. Sorvausosioon sisällytettiin perinteinen 2-akselinen sorvaaminen ja pyörivillä työkaluilla jyrsiminen c-akselilla varustetulla sorvilla. Jyrsintäosiossa käsiteltiin 2.5D-jyrsiminen. Solidiosiossa perehdyttiin 2.5D-solidien käsittelyyn liittyviin toimintoihin. Työn tekeminen aloitettiin perehtymällä huolellisesti ohjelmiston käyttöön. Riittävän osaamistason saavuttamisen jälkeen pystyttiin hahmottelemaan opintomateriaalille rakenne, minkä jälkeen saatiin luotua materiaalin kirjallinen osuus. Kirjallisen materiaalin lisäksi tehtiin esimerkkivideoita, jotka tukevat kirjoitetun aineiston aiheita. Opintomateriaalin helpon käsiteltävyyden vuoksi yritykselle koottiin vielä käyttöliittymä kirjallisesta materiaalista ja esimerkkivideoista.

Työstä pyrittiin saamaan johdonmukainen, helppolukuinen ja selkeä kokonaisuus, josta saa nopeasti tarvittavaa tietoa. Lähteitä työssä käytettiin vähän, ja materiaali pohjautuukin ohjelmiston käyttökokemukseen. Asetetut tavoitteet saavutettiin työn tekemisen aikana, ja työ sisältää kaikki määrittelyvaiheessa hahmotellut osiot. Opintomateriaalin toimivuus nähdään kuitenkin vasta pidemmällä aikavälillä käyttäjiltä saadun palautteen perusteella. Opintomateriaalia voidaan jatkossa kehittää käyttäjiltä saadun palautteen lisäksi tekemällä ohjelmiston muista osioista lisämateriaalia. Jyrsintäpuolella materiaaliin voitaisiin lisätä omat osiot 3-,4- ja 5-akselisesta jyrsinnästä sekä monikappalekoneistuksesta. Sorvauspuolelle voitaisiin lisätä moniakseliseen sorvaukseen ja monikanavaisilla vastakarasarveilla tehtävään sorvaukseen liittyvät osiot.

Asiasanat: gibbscam, cam-ohjelmointi, käyttöohjeet, 2-akselinen sorvaus, pyörivät työkalut, 2.5D-jyrsintä, 2.5D-solidi, volumill

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Mechanical and Production Engineering
Modern Production Systems

JUKKA TAHVANAINEN:
GibbsCAM Multimedia Study Material

Bachelor's thesis 75 pages, appendices 5 pages
May 2013

GibbsCAM is a CAD/CAM software that is used in industry. In Finland, the reseller of the software is a company called Cenic Finland Oy, which also supports and provides training in the use of the program. The company had not gathered study material in Finnish on the software, which gave reason for the thesis work. The target of the thesis work was to develop Finnish multimedia study material from the software for the company. The purpose of the study material was that the company's customers would be able to practice the use of the software with the material after a start education provided by the company.

The study material was limited to four main points, which were the basic functions of the software, turning, milling and handling of a solid in the software. Turning section included traditional 2-axis turning and milling with the rotation tools by a lathe with a c-axis. Milling section included 2.5D-milling and solid section included the basics of handling 2.5D-solids with the software. The work was started by studying the software properly. After a good level of knowledge had been reached, it was possible to outline the study material structure. Then it was possible to produce the written content of the material. The work was carried out with some example videos to support the written content. A user interface was also done for the company to help the use of the written material and the example videos.

The work was intended to create a consistent, easy to read and a clear solution, where the user gets the needed information quickly. Only a few sources were used during the thesis writing, and the material is based on the use of the software. The target was reached during the work and the thesis includes all the main points that were set at the beginning. The benefits of the study material will be seen later after the material has been in use for a while. It is possible to develop the study material on the basis of the experience of the customers. The development is also possible by doing own sections from 3-, 4- and 5-axis milling, multiple parts machining and multi task machining.

Key words: gibbscam, cam programming, instructions, 2-axis turning, rotary tools, 2.5D-milling, 2.5D-solid, volumill

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	YRITYSTIEDOT JA OHJELMISTON ESITTELY	7
2.1	Yritysesittely	7
2.2	Ohjelmiston esittely	7
3	OPINTOMATERIAALIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS.....	8
3.1	Opintomateriaalin suunnittelussa huomioitavat asiat	8
3.2	Työn toteutus	10
3.3	Opintomateriaalin rajausta	11
3.4	Ohjelmistoon perehtyminen.....	12
3.5	Opintomateriaalin sisällön tuottaminen	13
3.6	Esimerkkivideot	14
3.7	Käyttöliittymän suunnittelu ja toteutus	15
4	PERUSTOIMINNOT	19
4.1	Päävalikko ja tehtäväpalkki	19
4.2	Hiiren toiminnot.....	20
4.3	Paletit ja dialogit	21
4.4	Materiaalit	30
4.5	Työkalun luonti ja työkalukirjasto	31
4.6	Työstöoperaation luonti	32
4.7	Geometrian valintaan ja muokkaukseen liittyvät symbolit.....	33
4.8	Prosessien tallennus ja uudestaan käyttö	34
4.9	Operaatioiden järjestäminen, muokkaus ja päivitys	35
4.10	Tiedoston avaus ja tuetut tiedostomuodot	36
5	SORVAUS	37
5.1	Koneen ja materiaalin valinta sekä aihion luonti.....	37
5.2	Otsapinnan oikaisu.....	38
5.3	Poraus.....	39
5.4	Muodon rouhinta ja viimeistely	40
5.5	Uran pisto.....	43
5.6	Kierteen sorvaus	44
5.7	Vertikaaliporaus ja kierteytys pyörivillä työkaluilla.....	45
5.8	Jyrsintä vertikaalisuunnassa.....	47
5.9	Horisontaaliporaus ja kierteytys pyörivillä työkaluilla.....	49
5.10	Jyrsintä horisontaalisuunnassa	51
5.10.1	Rotaatio-/asemajyrsintä.....	52
6	JYRSINTÄ	53

6.1 Koneen ja materiaalin valinta sekä aihion luonti.....	53
6.2 Tasojyrsintä.....	54
6.3 Taskun ulkopuolinen jyrsintä.....	54
6.4 Taskun jyrsintä.....	55
6.5 Profiilin teko	57
6.6 Yksittäisen muodon työstö.....	58
6.7 Reikien ja kierteiden teko	59
6.8 Viisteiden ajo muotoon.....	60
6.9 Advanced 3D machining	61
6.10 VoluMill™.....	62
7 2.5D-SOLIDIT	64
7.1 Tiedoston tuonti	64
7.2 Solidin kohdistaminen	64
7.3 Työstöalueen määrittäminen	65
7.3.1 Solidin reunat	65
7.3.2 Pintavalinta.....	66
7.3.3 Profiler.....	66
8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	68
LÄHTEET.....	70
LIITTEET	71
Liite 1. Sorvausesimerkki 1	71
Liite 2. Sorvausesimerkki 2.....	72
Liite 3. Jyrsintäesimerkki 1	73
Liite 4. Jyrsintäesimerkki 2	74
Liite 5. Pikanäppäinyhdistelmät	75

1 JOHDANTO

Nykypäivän teollisuudessa työstökoneiden vaatimukset ovat suuria. Kappaleita täytyy saada valmistettua nopeasti ja tehokkaasti. Työstettävät kappaleet asettavat omat vaatimuksensa esimerkiksi muodon ja materiaalin osalta. Tästä johtuen myös työstökoneiden ohjelmoinnilta vaaditaan paljon. Haastavien ja monipuolisten kappaleiden valmistus ilman kunnollista CAM-ohjelmistoa (Computer Aided Manufacturing – tietokoneavusteinen valmistus) onkin lähes mahdotonta. Hyvän CAM-ohjelmiston avulla ohjelmointi helpottuu ja nopeutuu tuntuvasti sekä luo yritykselle säästöjä, kun ohjelmointiin ja ohjelman kirjoittamiseen työstökoneelle ei kulu aikaa.

Tämä opinnäytetyö on tehty Cenic Finland Oy:lle. Yritys on GibbsCAM-ohjelmiston jälleenmyyjä. Yrityksellä ei ole ollut aikaisemmin suomenkielistä, koottua opintomateriaalia GibbsCAM:iin, mistä syntyi ajatus työhön. Työn tavoitteena oli kehittää multimediaopintomateriaali kyseisestä ohjelmasta. Työn avulla yrityksen asiakkaat pystyvät itsenäisesti opettelemaan ohjelmiston käyttöä, kunhan ovat saaneet ensin alkukoulutuksen. Opintomateriaalin ideana on täten tukea yrityksen asiakkaiden oppimisprosessia ohjelmiston käytössä. Materiaali tuo omalta osaltaan myös lisäarvoa ohjelmiston myyntiin.

Opintomateriaalin laajuus rajattiin koskemaan ohjelmiston perustoimintojen lisäksi sorvauspuolella 2-akselista perussorvausta. Perinteisen sorvaamisen lisäksi materiaalissa päädyttiin käsittelemään myös pyörivillä työkaluilla tapahtuva jyrsiminen c-akselilla varustetulla sorvilla. Jyrsintäosiossa rajausta tehtiin 2.5D-jyrsintään. Osiossa haluttiin myös käsitellä lyhyesti Volumill™-suurnopeusjyrsintätekniikkaa. Lisäksi työhön sisällytettiin hieman 2.5D-solidien käyttöön liittyviä toimintoja ohjelmistossa. Kirjallisen materiaalin lisäksi yritykselle päätettiin tehdä esimerkkivideoita tukemaan luettavaa osiota. Jotta kirjallinen materiaali ja esimerkkivideot saataisiin helposti käsiteltäviksi, tavoitteisiin asetettiin myös käyttöliittymän teko opintomateriaalille.

2 YRITYSTIEDOT JA OHJELMISTON ESITTELY

2.1 Yritysesittely

Vuonna 1998 perustettu Cenic Finland Oy (entiseltä toiminimeltään CNC Palvelu Know-How) on konepaja-automaatioalan ohjelmistoihin, koulutukseen ja NC-ohjelmointiin erikoistunut yritys. Yrityksellä on vankka käytännön kokemus NC-koneistuksesta ja ohjelmoinnista eri ohjausjärjestelmillä. Yritys on GibbsCAM-ohjelmiston Suomen jälleenmyyjä, joka tukee ja antaa koulutusta kyseiseen ohjelmistoon. (Niittynen, 2013)

GibbsCAM:in toimittaja GIBBS AND ASSOCIATES toimii osana CIMATRON Group:ia, jolla on toimintaa yli 40 maassa ja joka työllistää 300 alan ammattilaista. Pohjoismaiden toiminnasta vastaa vuonna 1987 perustettu Fructus Data AB, joka on toiminut GibbsCAM:in jälleenmyyjänä vuodesta 1993 lähtien. (Niittynen, 2013)

2.2 Ohjelmiston esittely

GibbsCAM-ohjelmisto on kehitetty jo 1980-luvun alkupuolella, ja se on yksi vanhimmista CAD/CAM-ohjelmistoista (Computer Aided Design – tietokoneavusteinen suunnittelu) maailmassa. Ohjelmiston avulla pystytään piirtämään ja mallintamaan kappaleita sekä tekemään niille työstöradat erilaisille työstökoneille. Ohjelmisto tehtiin alun perin Macintosh-käyttöjärjestelmälle, mutta myöhemmin PC-koneiden yleistyttyä ohjelmistosta tuli myös Windows-versio, joka on saavuttanut suurta suosiota. Ohjelmistoa saa vielä nykyisinkin molemmille käyttöjärjestelmille. (Niittynen, 2013)

GibbsCAM on erittäin nykyaikainen CAD/CAM-ohjelmisto, jonka suurin voimavara on monipuolisuus ja helppokäyttöisyys. Jyrsintäpuolella sillä voidaan ohjelmoida 2,5-akselisista perinteisistä tuotantojyrsinkoneista aina 5-akselisiin nykyaikaisiin koneistuskeskuksiin saakka. Sorvauspuolella sillä voidaan ohjelmoida 2-akseliset perussorvit ja moniakseliset pyörivillä työkaluilla varustetut sorvit sekä monikanavaiset vastakarasorvit. (Niittynen, 2013)

3 OPINTOMATERIAALIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

3.1 Opintomateriaalin suunnittelussa huomioitavat asiat

Ennen opintomateriaalin tekoa on tärkeää suunnitella materiaalin sisältö huolellisesti etukäteen: On tiedettävä, mitä materiaalilta halutaan ja minkälaiselle kohderyhmälle se tehdään, jotta siitä saadaan mahdollisimman suuri hyöty. Materiaali voidaan esimerkiksi luoda vain tukemaan ohjelmiston käyttöä tai sellaiseksi, jonka avulla ohjelmiston käyttöön voidaan perehtyä alusta alkaen. Tulevilla käyttäjillä on suurin vaikutus materiaalin suunnittelussa ja teossa. Esimerkiksi oppilaitoksille tehtävät materiaalit voivat poiketa paljon yrityksille tehdyistä opintomateriaaleista, sillä usein oppilaitoksille tehty materiaali käsittelee aihetta melko laajasti mutta vain pintapuolisesti. Yrityksille tehdyssä materiaalissa saatetaan taas syventyä johonkin tiettyyn aiheeseen todella tarkasti, mutta aihe voi olla kapea.

Kohderyhmän huomioon ottaminen on siis tärkein tekijä opintomateriaalia tehtäessä. Materiaalin käyttäjien taustat ja osaamistaso voivat vaihdella paljon, minkä takia materiaalista on tehtävä selkeä ja looginen, jotta välttyttäisiin väärinkäsityksiltä. Tämä korostuu tehtäessä opintomateriaalia oppilaitoksille, sillä yrityksissä osaamistaso on yleensä jo niin hyvä, ettei väärinkäsityksiä synny kovin helposti. Mikäli kohderyhmänä on jokin yritys tai sen asiakkaat, olisi hyvä haastatella kohderyhmän jäseniä etukäteen, jotta saadaan selville ongelmakohdat ja pystytään keskittymään niihin.

Työn alkuvaiheessa on syytä rajata opintomateriaalissa käsiteltävät asiat tarkasti. Rajauksella varmistetaan, että materiaalista tulee johdonmukainen. Sen avulla opintomateriaalin luomisprosessin vaiheita voidaan seurata helposti ja nähdään koko ajan, missä vaiheessa työtä ollaan menossa. Hyvä rajausta auttaa myös saamaan työstä sopivan laajuuden.

Opinnäytetyön tekemiseen on varattu tietty aika, joka myös osaltaan rajaa opintomateriaalin sisältöä. Onnistuneella työn rajaamisella pystytään ennaltaehkäisemään mahdollisia ajankäyttöön liittyviä ongelmia. Ajankäyttöä on siis syytä suunnitella etukäteen: huomiota kannattaa kiinnittää erityisesti mahdollisiin ongelmiin, joita saattaa tulla vastaan työn edetessä. Usein ongelmien selvittelyssä kuluu paljon enemmän aikaa kuin ennakkoon on ajateltu. Ajankäytön suunnittelulla

varmistetaan, ettei kiire pääse yllättämään työn loppuvaiheessa. Ajankäytön suunnittelu korostuukin tilanteissa, joissa asiat täytyy saada valmiiksi nopealla aikataululla.

Materiaalin luontivaiheessa on tärkeää tarkistuttaa sisältö työn teettäjällä riittävän tiheästi, jotta sisältö vastaa työn aihetta ja jotta mahdolliset virheet ovat helposti korjattavissa. Liian pitkät tarkistusvälit saattavat johtaa siihen, ettei sisältö vastaa haluttua aihetta tarpeeksi hyvin tai että materiaalissa voi esiintyä virheitä. Virheiden korjaamiseen saattaa mennä paljon aikaa, eikä kaikkia virheitä välttämättä edes huomata. Tyypillisimpiä virheitä ovat asiavirheet, jolloin käsiteltävä asia on ymmärretty väärin, tai kielelliset virheet, kuten sanajärjestysvirheet. Opintomateriaali kannattaakin tarkistuttaa myös kielenhuollon ammattilaisella, jotta materiaali olisi selkeä myös oikeinkirjoituksen kannalta.

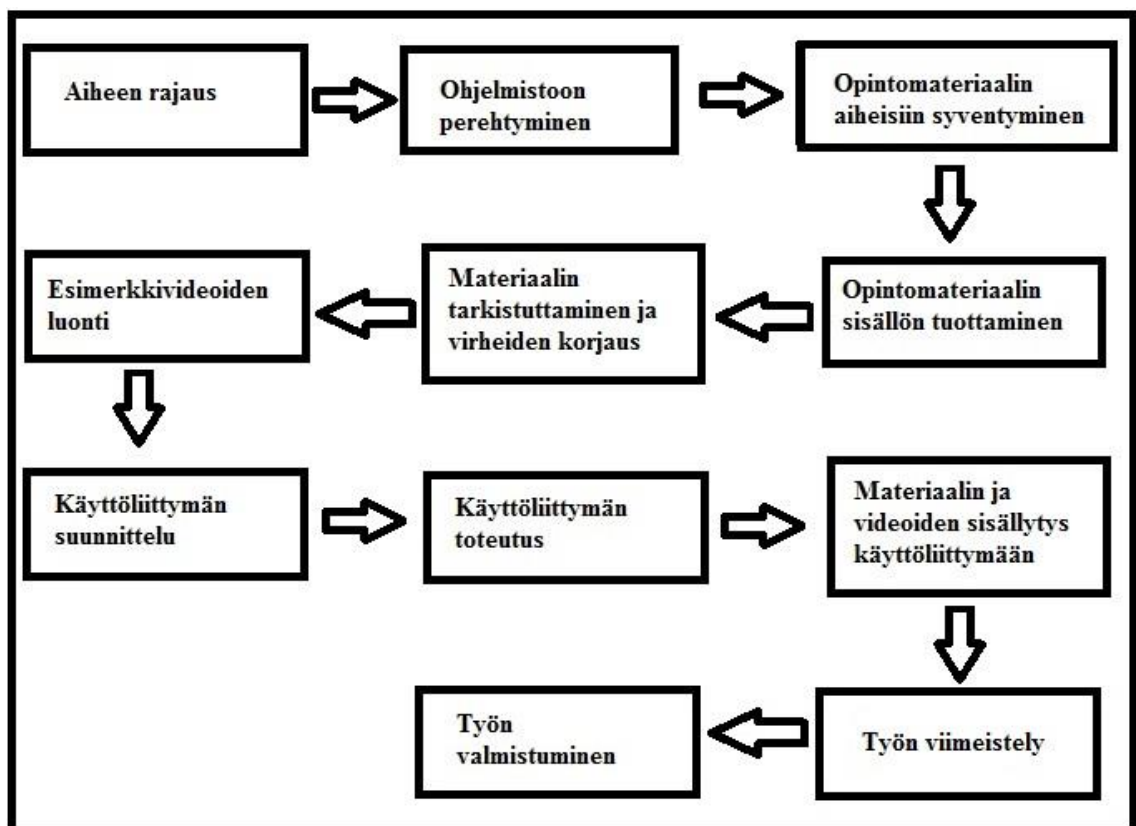
Opintomateriaali olisi suotavaa testauttaa sopivalla koeryhmällä joko työn valmistuttua tai jopa jo työn aikana, esimerkiksi jonkin osa-alueen valmiiksi saamisen jälkeen. Testauksen avulla voidaan saada selville materiaalin käyttökelpoisuus ja kehityskohteet. Lisäksi materiaalin toimivuudessa päästäisiin eroon niin sanotun harjaantuneen käyttäjän ongelmasta. Tällä tarkoitetaan, että kokeneempi ohjelmiston käyttäjä ymmärtää asian, vaikka sitä ei olisikaan esitetty täysin selkeästi.

Koeryhmässä olisi hyvä olla mahdollisimman monipuolisen osaamistason omaavia käyttäjiä, jolloin testaamisesta saatu palautekin olisi laajempaa. Palautteen saamisen helpottamiseksi olisi suotavaa laatia lomake, johon mietitään valmiiksi kysymykset, joiden avulla opintomateriaalia pystytään kehittämään. Kysymykset on järkevää muotoilla niin, että niihin täytyy vastata muutakin kuin ”kyllä” tai ”ei”. Näin palautteesta saadaan rakentavampaa ja siitä on enemmän hyötyä.

3.2 Työn toteutus

Jotta opinnäytetyön tekeminen sujuisi joutuisasti, päätettiin sen toteutuksessa käyttää apuna prosessikaaviota (kuva 1). Prosessikaavioon koottiin työtä koskevat eri vaiheet. Vaiheistus suunniteltiin kohtaamaan opintomateriaalin kehittämisprosessia ja sillä tavoiteltiin johdonmukaisuutta työn tekemiselle. Työn tekemisen aikana prosessikaavion vaiheita pyrittiin noudattamaan melko tarkasti. Osaa vaiheista tehtiin päällekkäin, sillä siten saatiin tehostettua työntekoa. Lisäksi niin oli helpompi saada käsitys kokonaistilanteesta.

Prosessikaavion käyttö työkaluna osoittautui toimivaksi ratkaisuksi, sillä sen avulla oli luontevaa seurata työn toteutusta. Kaavioon vaiheistetut kohdat täsmäsivät yllättävän hyvin työnkulkuun. Prosessikaaviosta puuttuu opintomateriaalin suunnittelussa läpi käyty materiaalin testausosio, sillä sitä ei ehditty aikataulun tiukkuuden takia toteuttaa sopivalla koeryhmällä.



KUVA 1. Prosessikaavio

3.3 Opintomateriaalin rajaus

Opintomateriaalin rajauksessa otettiin huomioon käytössä oleva aika. Tämän pohjalta mietittiin, kuinka laaja materiaalista voidaan tehdä. GibbsCAM-ohjelmisto on erittäin monipuolinen, yksi nykyaikaisimmista ja monipuolisimmista CAD/CAM-ohjelmistoista, joten oli selvää, että koko ohjelmistoa käsittelevää materiaalia ei pystytä tekemään annetussa ajassa. Rajauksessa otettiin huomioon myös ohjelmiston käyttöä koskevat keskeiset kysymykset, joita yrityksen asiakkaat olivat esittäneet. Lisäksi rajausta mietittiin ohjelmiston myynnin kannalta, sillä esimerkiksi oppilaitoksissa kiinnostus ohjelmistoa kohtaan mahdollisesti lisääntyy kunnollisen opintomateriaalin myötä.

Opintomateriaali päädyttiin rajaamaan siten, että se pystyy vastaamaan niin sanotun peruskäyttäjän tarpeita. Tähän päädyttiin, koska materiaali oli mahdollista toteuttaa sen laajuisena käytössä olevana aikana. Sisältö rajattiin neljään pääkohtaan: perustoimintoihin, sorvaukseen, jysintään sekä 2.5D-solideihin.

Perustoiminnoissa tutustutaan ohjelmiston yleisiin käyttöön liittyviin toimintoihin, kuten erilaisiin valikkoihin ja geometrian luontiin sekä muokkaukseen liittyviin seikkoihin. Sorvauspuolella käsitellään perinteisen 2-akselisen sorvauksen lisäksi pyörivillä työkaluilla jysminen c-akselilla varustetulla sorvilla, sillä pyörivillä työkaluilla varustettuja sorveja on melkein kaikissa nykyaikaisissa koneistusalan yrityksissä. Jysintäosio sisältää puolestaan 2.5D-jysintään liittyvät toiminnot. Käytössä olevan ajan rajallisuuden takia opintomateriaaliin ei otettu 3-, 4- tai 5-akseliseen jysintään liittyviä toimintoja. Opintomateriaalissa käsitellään myös 2.5D-solideihin liittyviä toimintoja. Solidiosion luonti osaksi opintomateriaalia koettiin tärkeäksi, sillä usein koneistamot saavat asiakkailtaan solidimallit työstettävistä kappaleista.

Tämän tason opintomateriaali nopeuttaa ohjelmiston opettelua, sillä materiaalin avulla yrityksen asiakkaille ei kulu niin paljon aikaa perusasioiden opettelussa. Lisäksi peruskäyttötason laajuisena yritys voi hyödyntää materiaalia markkinoidessaan ohjelmistoa esimerkiksi erilaisille oppilaitoksille. Oppilaitoksissa materiaalista on hyötyä opiskelijoille, koska heillä osaamisen taso ei yleensä ole niin hyvä kuin yrityksen teollisuudessa olevilla asiakkaille.

3.4 Ohjelmistoon perehtyminen

Ohjelmistoon perehdyttiin aluksi tehokkaalla päivän kestäneellä intensiivisellä koulutuksella, jonka järjesti Cenic Finland Oy:n Petri Niittynen. Koulutuksessa käsiteltiin tärkeimmät opintomateriaalin sisältöön liittyvät asiat. Tämän jälkeen harjoittelu jatkui itsenäisesti Niittyseltä saatujen esimerkkiharjoitusten avulla. Harjoitukset olivat monipuolisia ja haastavia, teollisuudessa koneistettaviin kappaleisiin verrattavia. Tästä syystä ohjelmiston eri käyttömahdollisuudet käytiin läpi niiden avulla melko laajasti. Harjoitukset valittiin opintomateriaalin rajausta silmällä pitäen, mikä edesauttoi hahmottamaan, mitä opintomateriaalissa on syytä käsitellä.

Perehtymisvaiheessa kohdatuista ongelmista saatiin hyvin kokemusta, jota pystyttiin hyödyntämään materiaalin toteuttamisessa. Harjoittelun aikana kirjattiin ylös kaikki syntyneet ongelmat ja kysymykset, jotta niitä muistettaisiin käsitellä materiaalin tekovaiheessa. Perehtymisessä syntyneistä ongelmista mainittakoon, että esimerkiksi geometrian luonti ohjelmistolla oli aluksi hankalaa, sillä se poikkeaa melko paljon perinteisistä 3D-mallinnusohjelmien geometrian luontimenetelmistä. Lisäksi pyörivien työkalujen käyttö sorvauksessa vaati paljon ajatustyötä, sillä aiheesta ei ollut ollenkaan aiempaa kokemusta. Tukea ongelmatilanteissa saatiin Petri Niittyseltä, joka auttoi muutenkin aina, kun apua tarvittiin.

Ennen kuin opintomateriaalin osioita alettiin toteuttaa, syvennettiin kuhunkin osioon vielä lisäharjoituksilla, jotka olivat astetta haastavampia kuin aiemmat harjoitukset. Tällä varmistettiin, että osaamistaso on riittävä ohjeiden laatimista varten. Harjoituksia tekemällä kehityttiin ohjelmiston käytössä paremmaksi ja yleisesti CAM-ohjelmistojen ymmärtämisessä kypsyttiin vielä selvästi paremmalle tasolle.

Ohjelmiston käyttöä kokeiltiin myös käytännössä. Harjoituskappaleet (kuva 2) suunniteltiin ensin huolellisesti, ja ne olivat moottoripyöräharrastukseen läheisesti liittyviä. Käytännönharjoitukset toteutettiin Tampereen ammattikorkeakoulun Bridgeport-merkkisellä CNC-ohjatulla (Computerized Numerical Control – tietokoneistettu numeerinen ohjaus) jyrsinkoneella. Käytännön harjoitukset osoittivat, että ohjelmisto toimi hyvin, sillä työstettyjen kappaleiden valmistus onnistui erinomaisesti.



KUVA 2. Käytännön harjoitukset

3.5 Opintomateriaalin sisällön tuottaminen

Kun ohjelmiston riittävä osaamistaso oli saavutettu, aloitettiin opintomateriaalin sisällön tuottaminen suunnittelemalla rakenne eli laatimalla sisällysluettelo. Sisällysluettelosta, kuten tekstistäkin, pyrittiin tekemään johdonmukainen, jossa esitettävät asiat etenevät loogisessa järjestyksessä. Tällä pyrittiin varmistamaan, että materiaalia voi lukea sujuvasti.

Sisällysluettelon laatiminen oli kirjallisen työn etenemisen kannalta olennaisinta, koska sen jälkeen varsinaisen ohjetekstin tuottaminen oli kohtalaisen nopeaa. Materiaali pyrittiin kirjoittamaan koko ajan samalla tyylillä, jotta se olisi helposti luettavaa ja ymmärrettävää. Liiallista kaavamaisuutta koetettiin silti välttää, jottei materiaalin lukeminen olisi turhan puuduttavaa. Ohjetekstit on kirjoitettu käyttäen vaihteistusta eli tehtävät toimenpiteet kerrotaan vaihe vaiheelta.

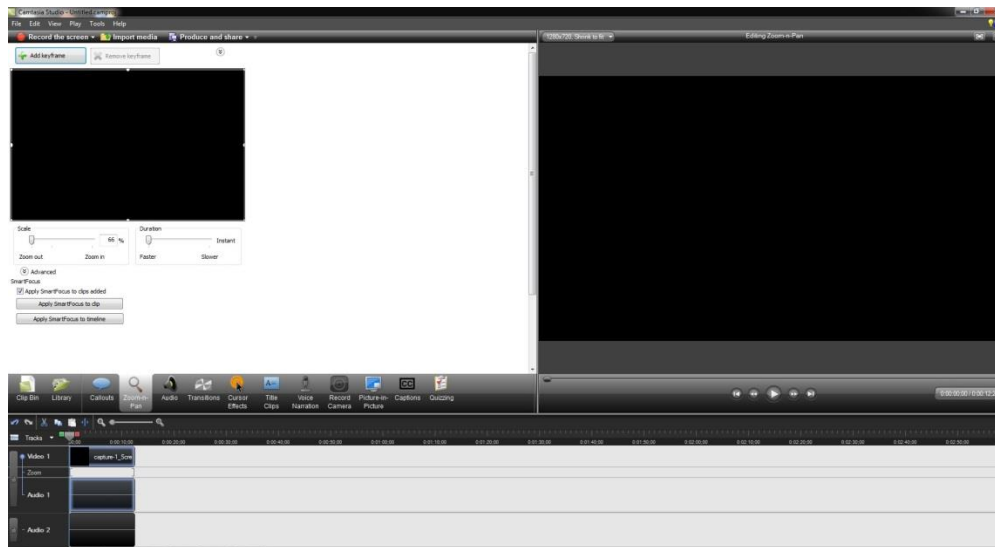
Aika ajoin materiaali tarkastettiin Niittysellä ja asiavirheet pyrittiin korjaamaan mahdollisimman huolellisesti. Lisäksi Niittynen antoi hyviä vinkkejä siitä, mitä materiaalin eri osioihin kannattaisi mahdollisesti vielä lisätä. Jokaiseen

opintomateriaalissa käsiteltävään aiheeseen pyrittiin lisäämään kuva asian ymmärtämiseksi. Osa aiheista oli sellaisia, joita ei pystytty selkeästi esittämään yhdellä kuvalla, joten niiden kirjoittamiseen keskityttiin erityisen huolellisesti.

3.6 Esimerkkivideot

Kirjallisen materiaalin jälkeen tehtiin esimerkkivideot. Esimerkkivideoita päätettiin tehdä tukemaan kirjallista materiaalia, sillä osa materiaalin aiheista oli melko haastavia opeteltavaksi pelkästään lukemalla. Esimerkkivideot toteutettiin ruudunkaappausmenetelmällä, johon on olemassa monia erilaisia ohjelmia. Ohjelmien avulla pystytään tallentamaan ruudulla tapahtuvia toimintoja ja ääntä samaan aikaan.

Sopivan ruudunkaappausohjelman löytämiseksi testattiin muutamia eri vaihtoehtoja ja testaamisen jälkeen videoiden tekoon valittiin Camtasia Studio 7-ohjelma (kuva 3). Valintaan vaikuttavat tekijät olivat ohjelman helppokäyttöisyys ja videoiden hyvät editointiominaisuudet. Lisäksi ohjelmasta oli saatavilla 30 päivän ilmainen kokeiluversio.



KUVA 3. Camtasia Studio 7

Esimerkkivideoiden harjoituksista osa suunniteltiin ja piirrettiin itse ja osa saatiin Cenic Finland Oy:ltä. Esimerkkivideot pyrittiin tekemään siten, että niissä käsiteltäisiin opintomateriaalissa esiintyvät sorvaus-, jysintä- ja soliditoimenpiteet mahdollisimman hyvin. Lisäksi pyrkimyksenä oli, että ne vastaisivat mahdollisimman pitkälle teollisuudessa työstettäviä kappaleita.

Videoiden teossa tavoitteena oli, ettei yhdessä videossa olisi liian paljon asiaa. Siten videoiden katseleminen olisi mielekkäämpää. Harjoituskappaleiden teko videoiksi jaettiin kahteen osaan eli geometrian ja työstöratojen luontiin. Ohjelmistossa ei ole olemassa yhtä ainoaa oikeaa tapaa geometrian ja työstöratojen luomiseen, joten onnistuneeseen lopputulokseen voidaan päästä monella eri tavalla. Videoissa näytetäänkin vain esimerkkitapa luoda kappaleista geometriat ja työstöradat.

Jaottelun ansiosta videoista saatiin riittävän lyhyitä, jolloin niiden katsomiseen ei mene liian kauan aikaa. Haastavaa videoiden teossa oli saada nauhoitettua harjoitukset kerralla ilman virheitä valmiiksi, sillä videoista pyrittiin tekemään ehjiä eikä niissä haluttu käyttää leikkaa/liitä -toimintoa. Tästä syystä niiden teossa kuluikin melko paljon aikaa. Opintomateriaalista saatavan hyödyn kannalta videoiden tekeminen oli silti erittäin tärkeää.

3.7 Käyttöliittymän suunnittelu ja toteutus

Videoiden valmistumisen jälkeen alettiin suunnitella käyttöliittymää kirjalliselle materiaalille ja videoille. Käyttöliittymä pyrittiin suunnittelemaan mahdollisimman selkeäksi ja helppokäyttöiseksi. Tavoitteena oli saada visuaalisesta ilmeestä mahdollisimman helposti lähestyttävä. Ideana oli myös tehdä käyttöliittymästä internetsivun tyylinen, jolloin sitä osaisi käyttää jokainen, joka on käyttänyt tietokonetta. Käyttöliittymää luonnosteltiin ensin paperille piirtämällä, ja versioita syntyi monenlaisia. Tämän jälkeen piirretyistä versioista valittiin muutama, joita hahmoteltiin tietokoneella, ja niistä valittiin vielä lopullinen versio toteutettavaksi (kuva 4).

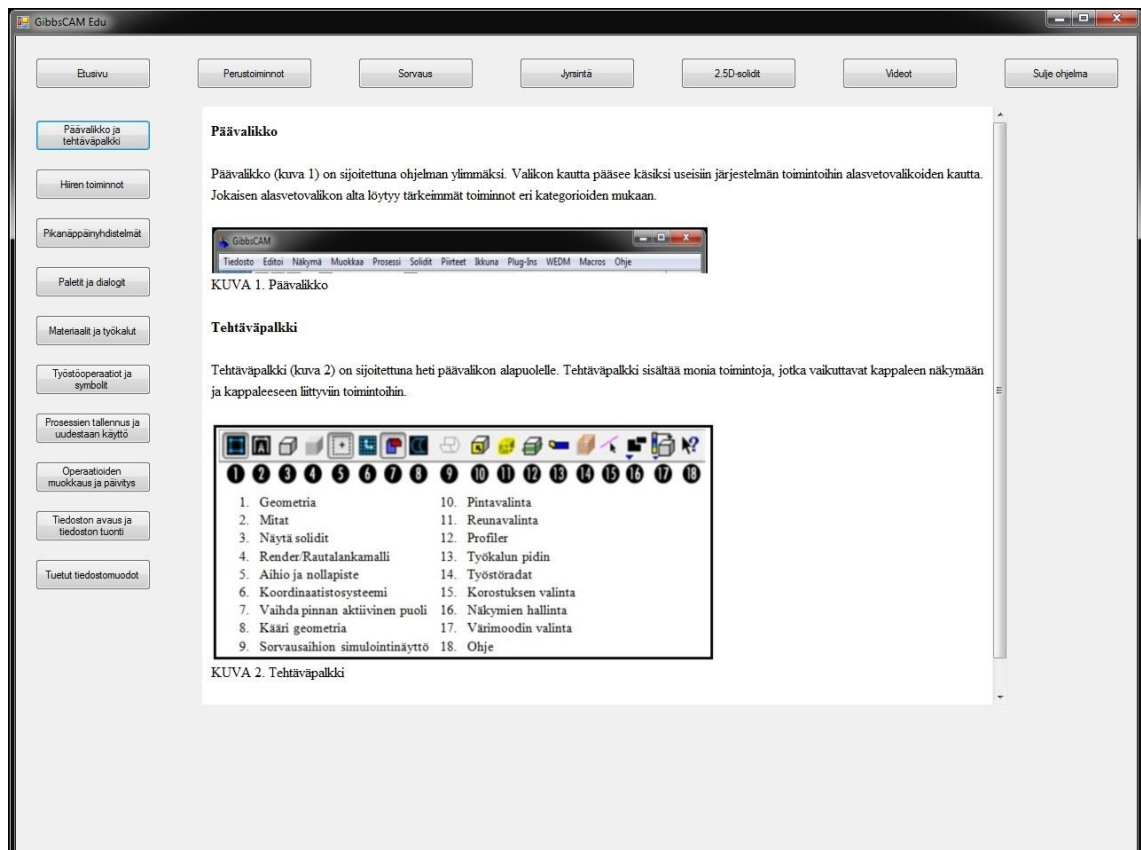


KUVA 4. Käyttöliittymä

Käyttöliittymän tekoon on olemassa monia eri tapoja ja ohjelmia. Opinnäytetyössä käyttöliittymä päätettiin toteuttaa Microsoftin Visual Basic 2010:llä, sillä se on nykyaikainen ja suhteellisen helppokäyttöinen ohjelma kyseisen toimenpiteen tekoon. Petri Niittysellä oli kokemusta aiemmasta Visual Basic:in versiosta, joten hän pystyi neuvomaan ohjelman käytössä. Lisäksi ajateltiin, että Visual Basic:in osaaminen mahdollisesti hyödyttää opinnäytetyön tekijää tulevaisuuden työtehtävissä.

Aluksi Visual Basic:illä hahmoteltiin visuaalinen ilme käyttöliittymälle. Sitä varten ohjelmalla luotiin projekti, jonka pohjaksi valittiin Windows Forms Application. Kyseisellä pohjalla ohjelmalla pystytään luomaan lomakkeita, joihin voidaan lisätä esimerkiksi tekstin selailua varten web-tyylinen selain ja toimenpidepainikkeita. Käyttöliittymän käyttöä varten luotiin niin sanottu päälomake, joka toimii samalla etusivuna, kun käyttöliittymä avataan. Päälomakkeeseen lisättiin web-selain, josta pystytään lukemaan tekstin eri osioita. Tämän jälkeen lomakkeeseen lisättiin toimenpidepainikkeita, joista eri osioita voidaan selata.

Päälomakkeen valmistumisen jälkeen luotiin alilomakkeita (kuva 5), jotka aukeavat toimenpidepainikkeita painamalla. Alilomakkeet tehtiin päälomakkeen kanssa samantyyllisiksi, jotta visuaalinen ilme olisi yhdenmukainen. Alilomakkeet sisältävät opintomateriaalin eri osioiden sisältämät tekstit. Visuaalisen ilmeen hahmottelu ohjelmalla oli yllättävän helppoa, eikä siinä syntynyt juurikaan ongelmia aiemmin luonnosteltujen paperiversioiden ansiosta.



KUVA 5. Alilomake

Visuaalisen puolen jälkeen käyttöliittymään sisällytettiin kirjallinen materiaali ja videot. Aluksi materiaalit ja videot jaoteltiin pienemmiksi tiedostoiksi, minkä jälkeen ne muutettiin .html-tiedostoiksi. Sen jälkeen ne pystyttiin lisäämään käyttöliittymään ohjelmoimalla ne osaksi sitä. Materiaalit järjestettiin käyttöliittymään vastaamaan kirjallisen materiaalin järjestystä, jotta käyttöliittymä pysyisi loogisena ja helposti luettavana. Materiaaleja saadaan selailtua klikkaamalla toimenpidepainikkeita, ja ne aukeavat lomakkeiden web-selaimeen.

Käyttöliittymän ohjelmoinnissa ei välttytty haasteilta, sillä kokemusta ohjelmoinnista kyseisellä ohjelmalla ei ollut. Ohjelmoinnissa haastavinta oli saada käyttöliittymä

toimimaan niin, että klikattaessa jotain tiettyä osiota käyttöliittymä hakee haluttavan tiedon ohjelman asennuspolusta eikä mistään muusta kansiosta. Lopulta ongelmaan löytyi ratkaisu selaamalla ohjelman help-toimintoja ja ohjelman internetsivustoa. Käyttöliittymän valmistuttua se testattiin käymällä läpi jokainen osio ja painike. Tällä varmistettiin, ettei siihen jäänyt aukkoja.

4 PERUSTOIMINNOT

Tässä luvussa käsitellään ohjelmiston perustoimintoja ja esitellään hyödyllisiä keinoja nopeuttaa ohjelmiston käyttöä. Luku sisältää myös geometrian luontiin liittyviä seikkoja. Lisäksi luvussa käsitellään työkalujen ja materiaalien luomista koskevia toimintoja. Ilman perustoimintojen hallintaa ohjelmiston käytölle ei ole kunnollista pohjaa, minkä vuoksi ne käsitellään opintomateriaalissa ensimmäisenä.

4.1 Päävalikko ja tehtäväpalkki

Päävalikko

Päävalikko (kuva 6) on sijoitettuna ohjelman ylimmäksi. Valikon kautta pääsee käsiksi useisiin järjestelmän toimintoihin alasvetovalikoiden kautta. Jokaisen alasvetovalikon alta löytyvät tärkeimmät toiminnot eri kategorioiden mukaan.



KUVA 6. Päävalikko

Tehtäväpalkki

Tehtäväpalkki (kuva 7) on sijoitettu heti päävalikon alapuolelle. Tehtäväpalkki sisältää monia toimintoja, jotka vaikuttavat kappaleen näkymään ja kappaleeseen liittyviin toimintoihin.



KUVA 7. Tehtäväpalkki

4.2 Hiiren toiminnot

Hiiren avulla voidaan käännellä ja pyöritellä kappaletta haluttuun asentoon ja suuntaan. Hiiren toiminnot omaksuu helposti ja nopeasti, ja ne ovat loogisia käyttää. Monessa kohdassa hiiren oikeaa näppäintä painamalla saa esille hyödyllisiä toimintoja.

Kappaleen siirtäminen ruudulla

Painetaan ensin hiiren oikea näppäin pohjaan ja sitten vasen, minkä jälkeen hiirtä liikuttamalla kappale siirtyy. Toinen vaihtoehto on, että painetaan ensin Ctrl-näppäin pohjaan ja sitten hiiren vasen näppäin, minkä jälkeen kappale siirtyy hiirtä liikuttamalla.

Kappaleen kääntäminen

Painetaan hiiren rulla pohjaan ja liikutetaan hiirtä, jolloin kappale kääntyy ruudulla.

Kappaleen lähennys ja loitonnus

Pyöritetään hiiren rullaa eteenpäin, jolloin kappale loittonee. Pyöritetään hiiren rullaa taaksepäin, jolloin kappale lähenee.

Zoomaus

Painetaan hiiren vasenta näppäintä ja liikutetaan hiirtä niin, että syntyy ”laatikko”, jolloin ohjelma tarkentaa syntyneeseen laatikkoon.

Hiiren oikea painike

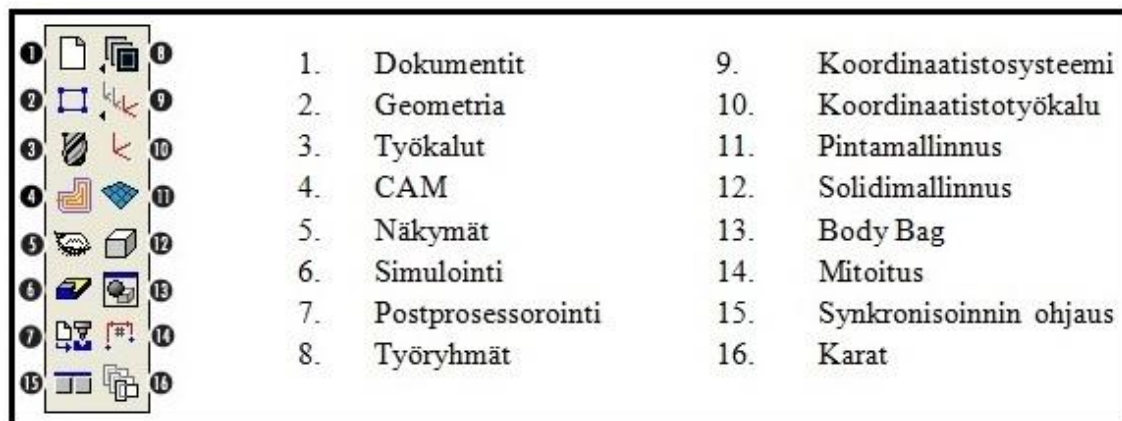
Hiiren oikealla painikkeella aukeaa usean eri toiminnon kohdalta painettaessa lisävalikko, josta saa valittua hyödyllisiä lisätoimintoja. Lisätoiminnot aukeavat painettaessa muun muassa operaatiolistaa ja simulointi-dialogia.

Pikanäppäinyhdistelmät

GibbsCAM:issä on runsaasti erilaisia pikanäppäinyhdistelmiä, jotka nopeuttavat työskentelyä. Pikanäppäinyhdistelmät löytyvät liitteestä 5.

4.3 Paletit ja dialogit

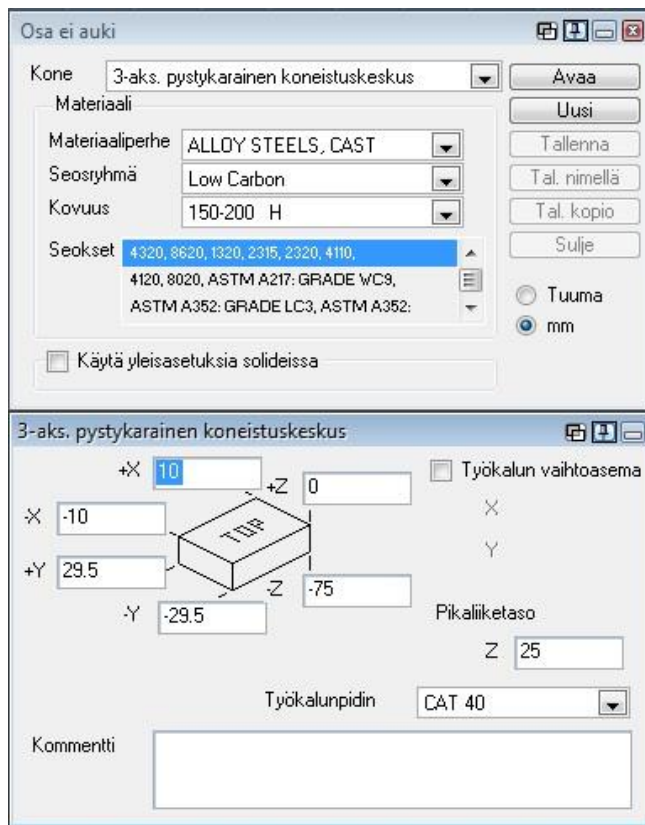
GibbsCAM sisältää useita eri paletteja eli dialogeja, joissa on painikkeita eri toiminnoille. Pääpaletti (kuva 8) on ohjelman oikeassa yläreunassa, ja siitä saa auki useimmat muut dialogit ja hyödyllisimmät toiminnot, joita ovat muun muassa näkymä-, koneistus- ja geometrian luonti. Seuraavana on käsitelty tärkeimmät dialogit ja toiminnot pääpaletin painikkeista.



KUVA 8. Pääpaletti

Dokumentit

Dokumentit-dialogin (kuva 9) avulla voidaan luoda uusi tai avata aiemmin luotu tiedosto. Siitä löytyvät myös koneen, materiaalin ja aihion valintaan sekä muokkaukseen liittyvät toiminnot.



KUVA 9. Dokumentit-dialogi

Geometria

Geometrian luonti tapahtuu geometria-dialogin (kuva 10) avulla, jonka saa avattua pääpaletista. Geometria-paletti sisältää seitsemän painiketta, joiden alta löytyy geometrian luontiin tarvittavia toimintoja: yksi painike, jolla irrotetaan ja yhdistetään geometria, sekä yksi painike, josta pääsee Geometria Expertti-työkaluun.



KUVA 10. Geometria-dialogi

Geometria Expertti

Geometria Expertti-työkalun (kuva 11) avulla kappaleen geometrian luonti on nopeaa. Siinä perusideana on jatkaa muotoa edellisestä pisteestä seuraavaan esimerkiksi suoralla viivalla tai ympyrän kaarella. Muokattavan rivin väri on joko keltainen tai harmaa. Keltainen väri merkitsee, että rivillä on riittävästi tietoa seuraavaa muotoa varten. Harmaa väri puolestaan tarkoittaa, että tarvitaan vielä lisää informaatiota. Geometrian muokkaus on vaivatonta tämän työkalun avulla. Tuplaklikkaamalla geometriaa työkalun ollessa avoinna työkalu näyttää kyseisen geometrian kaikki muodot, jolloin niitä pääsee muokkaamaan.

	Ret	EP Z	EP Xd	Kulma/säde	Pituus	LP/CP Z	LP/CP Xd
/ L1				90		0	
~ C7				5			
/ L2				165		0	20
~ C2	-25	50	15				
/ L10					28.9808		
/ L3				180			
/ L4				220		-40	50
~ 2	-70	55	20	1			

Ympyrällä on säde ja EP. Se tang edell. viivaan. CP lasketaan. Lisää infoa tai enter.

1. Nykyinen rivi / solu
2. Muodon tyyppi
3. Informaatioteksti
4. Viite
5. Horisontaalinen loppupiste

6. Vertikaalinen loppupiste
7. Kulma/ Säde
8. Viivan/Viisteen pituus
9. Horisontaalinen viivan piste tai keskipiste
10. Vertikaalinen viivan piste tai keskipiste

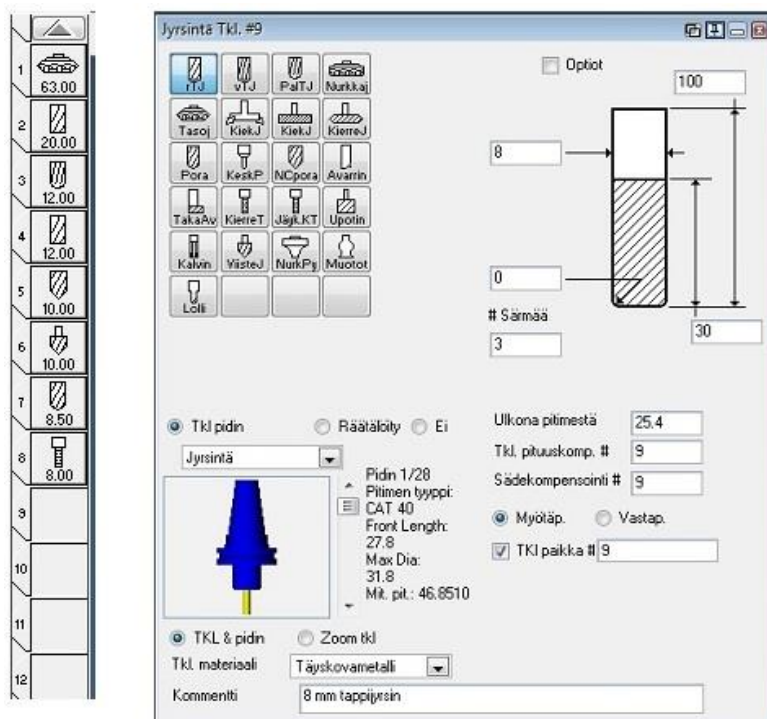
KUVA 11. Geometria Expertti

Trimmaus

GibbsCAM:in geometriassa sininen viiva on molemmista päistä kiinni, keltainen taas irti joko toisesta päästä tai molemmista. Yhdistäminen tapahtuu siten, että painetaan Shift-näppäin pohjaan ja vedetään laatikko yhdistettävien viivojen päälle hiiren vasen painike pohjassa. Viivat muuttuvat sinisiksi, jolloin niiden päällä painetaan hiiren oikeaa painiketta ja valitaan yhdistä/irrota. Geometrian pisteistä mainittakoon, että neliö on kiinni oleva piste ja pallo on yleensä vain piste avaruudessa.

Työkalut

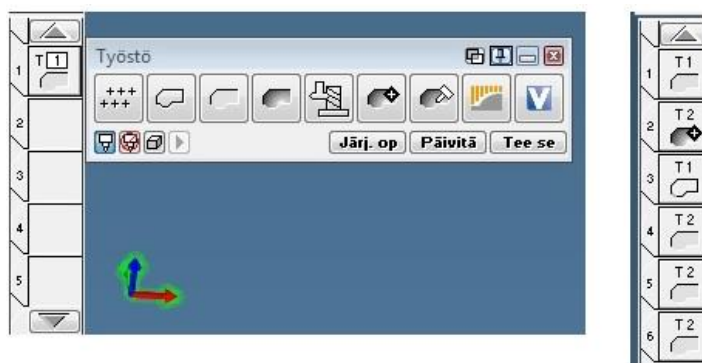
Työkalut-dialogin (kuva 12) toiminnoilla voidaan muokata ja tarkistaa käytettäviä työkaluja. Työkalut voidaan myös tallentaa konekohtaisesti, jolloin niitä ei tarvitse luoda erikseen joka kerralla. Työkalulista voi sisältää 999 eri työkalua. Työkalut-dialogi aukeaa ohjelman vasempaan reunaan. Tuplaklikkaamalla vasemmasta reunasta työkalua sitä pääsee muokkaamaan tai luomaan kokonaan uuden työkalun.



KUVA 12. Työkalut-dialogi

CAM

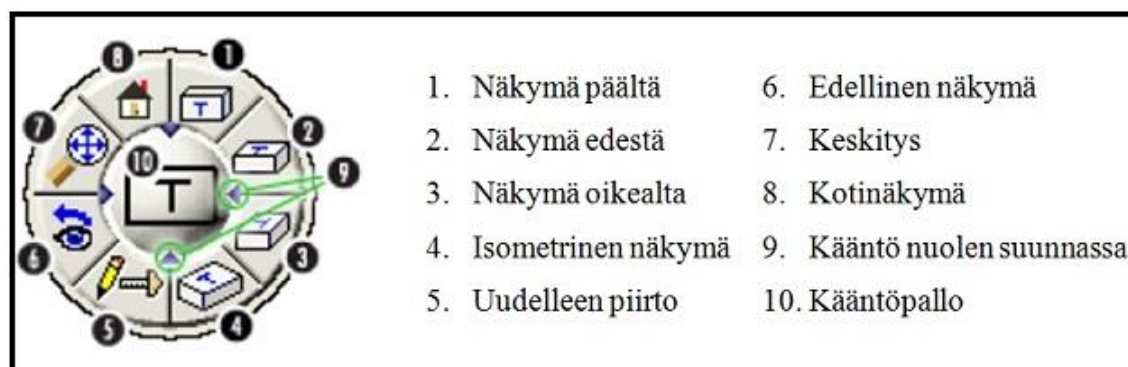
CAM-dialogi (kuva 13) aukaisee operaatiovalikon ja uuden työvaiheen luontivalikon. Se sisältää toiminnot, joiden avulla aiheista saadaan tehtyä oikeanlainen kappale eri työvaiheiden avulla. Ohjelma luo jokaisesta työvaiheesta oman operaation, ja operaatiot näkyvät ohjelman oikeassa reunassa keskellä operaatiolistassa. Jokainen operaatio sisältää muun muassa työstöradan, työkalun, syötöt ja jäähdytysmenetelmän. Uuden operaation luontivalikko aukeaa ohjelman vasempaan alareunaan, ja sen avulla voidaan myös muokata jo luotuja operaatioita.



KUVA 13. CAM-dialogi

Näkymät

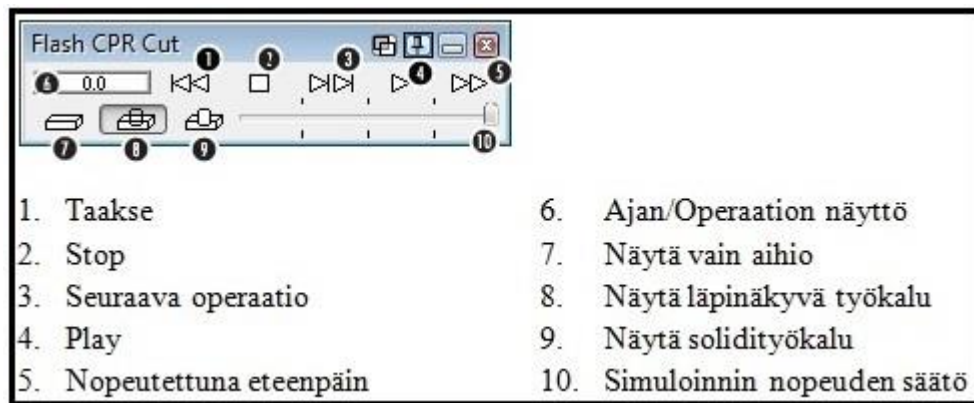
Näkymät-dialogin (kuva 14) toiminnoilla kappaletta saadaan muun muassa katsottua eri suunnista. Painamalla Alt-näppäintä pohjassa saa katsottua vastakkaisen näkymän.



KUVA 14. Näkymät-dialogi

Simulointi

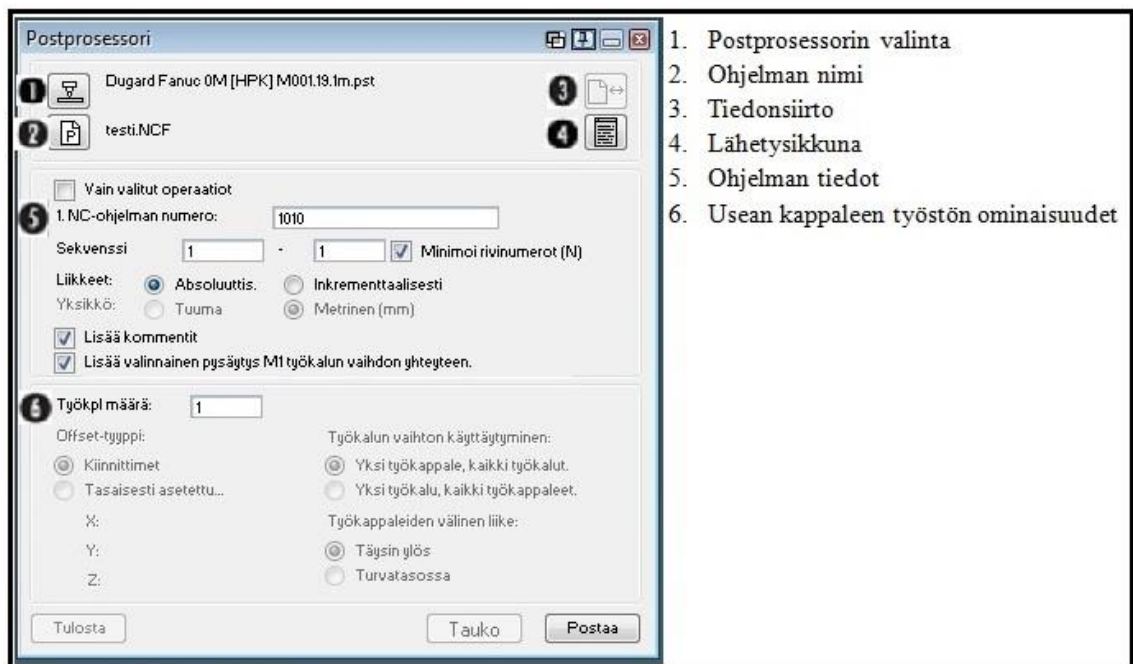
Simuloinnin avulla voidaan tarkistaa visuaalisesti luodut operaatiot. Simulointi käy läpi jokaisen operaation vaihe vaiheelta, ja sen avulla on helppoa havaita työstöradassa mahdollisesti esiintyvät virheet. Kun simulointia klikkaa, muuttuu näkymä 3D-näkymäksi, jossa näkyy kappaleen aihio. Simuloinnin saa suljettua pääpaletista ja sulkemalla simulointipaletin. Klikkaamalla simuloinnissa hiiren oikealla painikkeella simulointi-dialogia (kuva 15) saa valittua erilaisia vaihtoehtoja simuloinnille, esimerkiksi vain valitun operaation simuloinnin.



KUVA 15. Simulointi-dialogi

Postprosessorointi

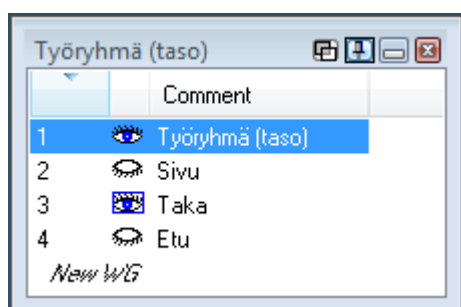
Operaatioiden luonnin ja tarkistuksen jälkeen tiedosto täytyy postprosessoroida työstökoneelle sopivaksi g-koodiksi. Postprosessorointi luo tekstitiedoston, joka sisältää työstökoneen tarvitsemat tiedot g-koodeina kappaleen valmistamiseksi. Postprosessori-dialogi (kuva 16) sisältää yleisimmät postprosessorointiin liittyvät toiminnot, kuten postprosessorin valinta, ohjelman nimi sekä usean kappaleen työstön ominaisuudet. Postprosessoroinnin kommentteja pääsee muokkaamaan seuraavalla tavalla: Tiedosto -> Preferences -> Postprosessoroinnin kommentit. Postprosessorieditorin saa valittua näin: Plug-Ins -> Posting -> Setup Post Editor.



KUVA 16. Postprosessori-dialogi

Työryhmät

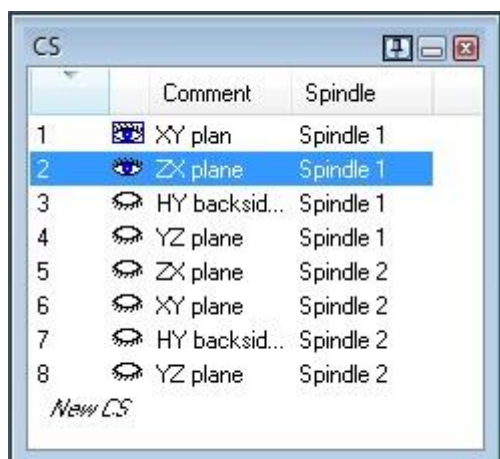
Työryhmät ovat eroteltuja tasoja, joita käytetään eri geometrioiden ja työstöjen erotteluun. Eri työryhmien geometrioita ja työstöjä voidaan katsoa samaan aikaan, mutta vain valittuna olevan työryhmän geometriaa voidaan muokata. Valittu työryhmä näkyy sinisellä pohjalla työryhmäikkunassa (kuva 17). Eri työryhmiä voi katsoa samaan aikaan tuplaklikkaamalla silmän kohdalta. Työryhmien avulla tiedosto saadaan pidettyä selkeänä ja eri vaiheet saadaan jaettua omiin osiinsa. Uuden työryhmän saa luotua klikkaamalla New WG -kohdasta, ja sen saa nimettyä tuplaklikkaamalla nimen kohdalta.



KUVA 17. Työryhmä-dialogi

Koordinaatistosysteemi

Koordinaatistosysteemiä käytetään koordinaatiston valinnassa. Koordinaatiston saa vaihdettua hiirtä klikkaamalla, jolloin käyttöön otettu koordinaatisto muuttuu siniseksi (kuva 18). Eri koordinaatistoja voi katsoa samaan aikaan tuplaklikkaamalla silmän kohdalta. Muutokset tapahtuvat vain käytössä olevaan koordinaatistoon. Uuden koordinaatiston saa luotua painamalla New CS -kohdasta.



KUVA 18. Koordinaatistosysteemi

Koordinaatistotyökalu

Koordinaatistotyökalulla (kuva 19) saadaan tehtyä kaikki koordinaatiston muokkaukseen liittyvät toimenpiteet. Sen avulla voidaan muun muassa muokata kappaleen nollapisteen paikkaa.



KUVA 19. Koordinaatistotyökalu

Pintamallinnus

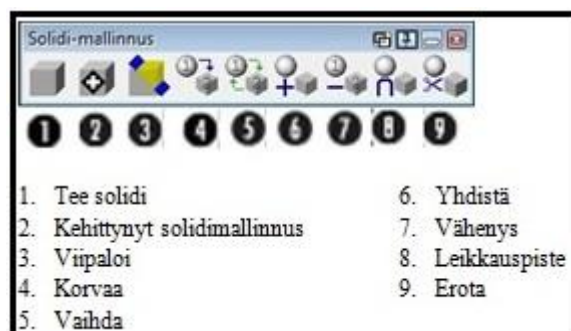
Pintamallinnustyökalun (kuva 20) avulla voidaan luoda erilaisia pintoja. Pyöräytystoiminnosta mainittakoon, että ohjelma ei suostu pyöräyttämään nollan alapuolella tai nollassa olevia geometrioita.



KUVA 20. Pintamallinnus

Solide-mallinnus

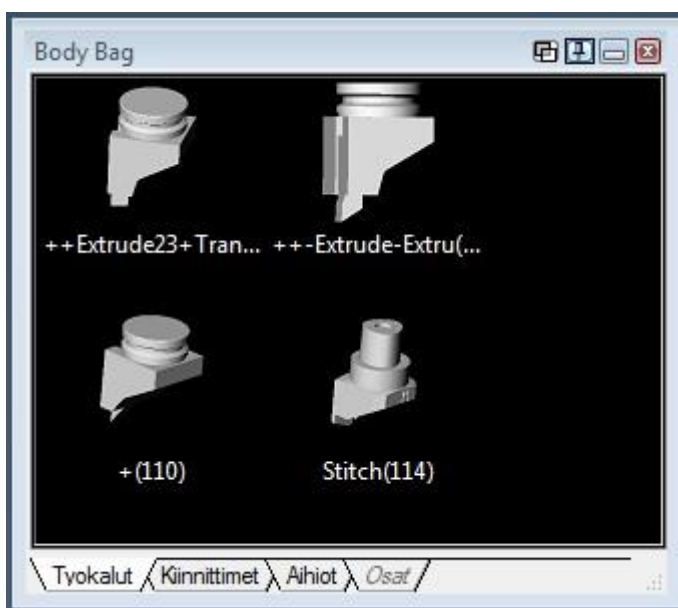
Solide-mallinnuksen (kuva 21) avulla voidaan luoda ja muokata erilaisia solideja.



KUVA 21. Solide-mallinnus

Body Bag

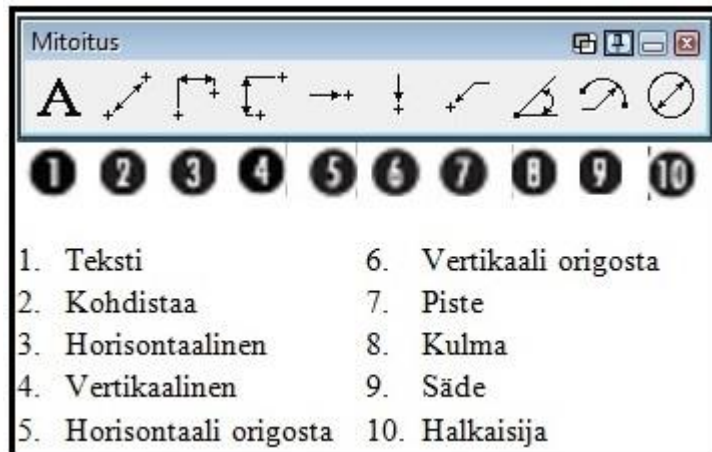
Body Bag (kuva 22) toimii varastona esimerkiksi solideille ja erilaisille kiinnittimille. Body Bagiin saa vietyä osan tuplaklikkaamalla sitä ja vastaavasti osan saa sieltä takaisin tuplaklikkaamalla osaa Body Bagissa. Body Bag helpottaa työskentelyä, sillä sen avulla voi varastoida kaikki ylimääräiset osat, joita ei tarvita sillä hetkellä. Hiiren oikealla painikkeella saa luotua muun muassa uusia välilehtiä Body Bagiin. Body Bagin tyhjä tila eli musta alue toimii myös kuten tyhjä tila työruudussa, eli sitä klikattaessa deaktivoituvat kaikki valinnat.



KUVA 22. Body Bag

Mitoitus/Analysointi

Mitoitus-dialogin (kuva 23) avulla saadaan kappaleesta tai aihioista mitattua haluttu mitta. Paletista löytyvät kaikki perinteisimmät mitoituskeskittämiseen tarvittavat ominaisuudet. Hiiren aseman saa näkyviin näin: Näkymä -> Hiiren asema. Sen avulla saa myös katsottua muun muassa kulman tai välimatkan pisteestä pisteeseen.



KUVA 23. Mitoitus-dialogi

4.4 Materiaalit

GibbsCAM:in materiaalikirjasto sisältää oletuksena monia eri materiaaleja ja niiden seosryhmiä. Oletusmateriaalien lisäksi voidaan luoda uusia materiaaleja ja niille seosryhmiä sekä määrittää tarvittavat työstöarvot. Lisäksi tarvittaessa ylimääräiset materiaalit voidaan helposti poistaa.

Uuden materiaalin luominen:

1. Klikataan Tiedosto -> Materiaalit.
2. Klikataan Perhe-valikosta jotakin materiaalia. Painetaan Uusi perhe -painiketta -> nimetään se ja suljetaan ikkuna.
3. Klikataan seosryhmän kohdalta seosta ja painetaan Muokkaa seos -painiketta. Nimetään seos ja suljetaan ikkuna.
4. Klikataan alimmaisesta valikosta työkalua ja sen jälkeen klikataan Muokkaa materiaali -painiketta.
5. Valitaan työkalun materiaali ja työstön tyyppi alasvetovalikoista.
6. Määritetään sopivat lastuamisarvot taulukoihin.

7. Kirjoitetaan tarvittaessa Kovuus-, Tila- sekä Kommentti-kenttiin halutut tekstit.
8. Suljetaan ikkuna ruksista ja klikataan Uusi materiaali -painiketta, jos halutaan tehdä uusi työkalu.
9. Suljetaan Materiaalit-ikkuna.

GibbsCAM hakee työstöarvot materiaalikirjastosta, ja mikäli työkalua (halkaisija) ei ole määritettynä kirjastoon, ohjelma laskee arvot lähimmän työkalun halkaisijan mukaan.

Materiaalin poistaminen materiaalikirjastosta:

1. Klikataan Tiedosto -> Materiaalit.
2. Klikataan Perhe-valikosta poistettavaa materiaalia.
3. Painetaan Delete -> OK.
4. Suljetaan Materiaalit-ikkuna.

4.5 Työkalun luonti ja työkalukirjasto

Työkalun luonnin vaiheet:

1. Tuplaklikataan työkalulistasta laatikkoa.
2. Valitaan työkalun tyyppi eri vaihtoehtoista.
3. Määritetään työkalun koko ja pituus.
4. Määritetään työkalun paikka.
5. Valitaan työkalun materiaali ja kirjoitetaan haluttu kommentti.
6. Suljetaan työkaluikkuna, jolloin työkalu tallentuu.

Työkalukirjaston luonti:

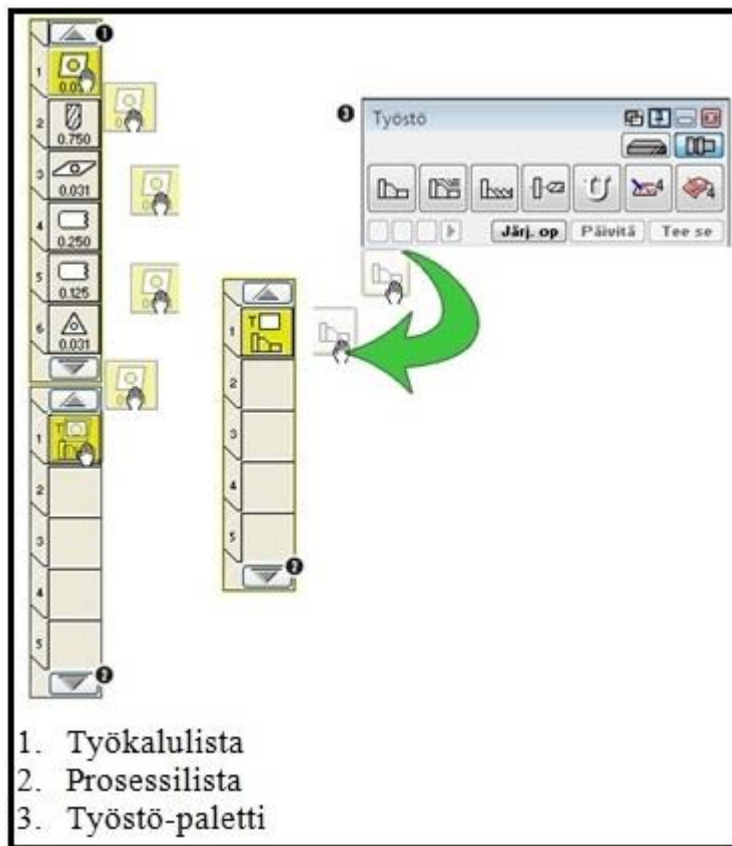
1. Tehdään uusi tiedosto.
2. Nimetään se esim. tyokalut_konemalli.vnc.
3. Valitaan Dokumentit-ikkunasta oikea kone alavetovalikosta.
4. Asetetaan turvakorkeus ja työkalunpidin halutunlaiseksi.
5. Suljetaan Dokumentit-ikkuna.
6. Luodaan halutut työkalut työkalulistaan.

7. Tarkistetaan, että yhtään työstöoperaatiota tai muuta vastaavaa ei ole luotuna.
8. Klikataan Tiedosto -> Tallenna oletuksena -> MDD oletus koneelle -> OK.

4.6 Työstöoperaation luonti

Työstöoperaation luonti (kuva 24) on GibbsCAM:illa nopeaa ja vaivatonta. Ennen operaatioiden luontia tarvitsee olla luotuna tarvittavat työkalut ja geometria. Lisäksi on hyvä tarkistaa, ettei mikään aiemmin luotu operaatio ole aktiivisena. Operaatiota luodessa valitaan työkalu, haluttu operaatio (esim. rouhinta) sekä geometria, mitä työstetään.

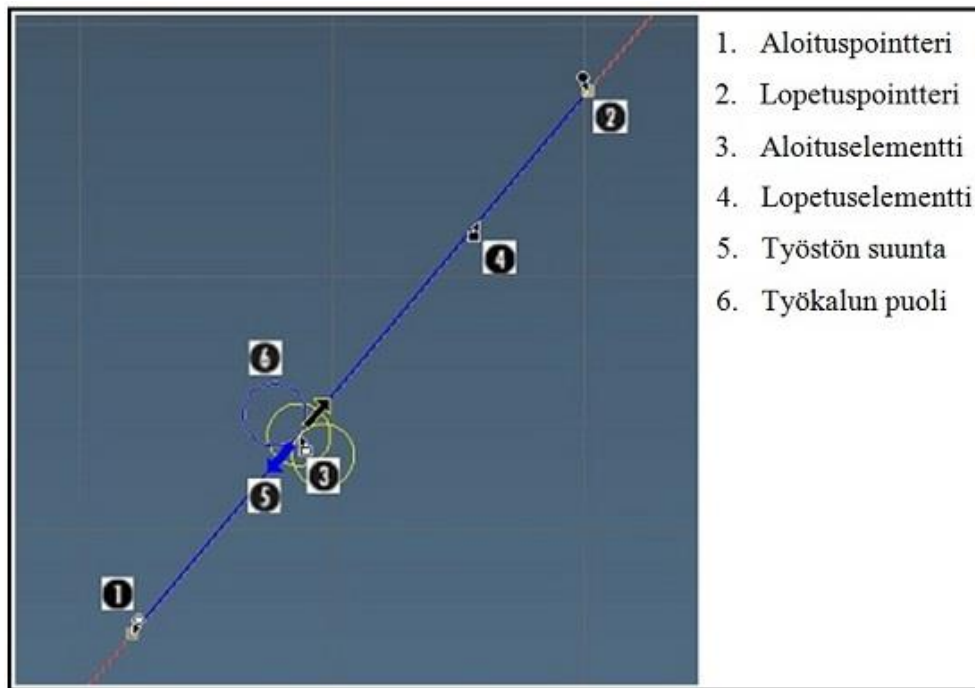
1. Klikataan CAM- sekä Työkalut-painikkeita pääpaletista.
2. Vedetään työkalu prosessilistaan.
3. Vedetään operaatio samaan kohtaan prosessilistaan.
4. Tehdään tarvittavat asetukset Prosessi-ikkunassa.
5. Klikataan haluttu geometria työstettäväksi ja painetaan Tee se -painiketta Työstö-paletista.
6. Suljetaan Prosessi-ikkuna ja tarkistetaan operaation onnistuminen simuloinnilla.
7. Tarvittaessa voidaan muokata operaatiota tuplaklikkaamalla sitä ensin operaatiot-listasta ja sitten prosessilistasta. Tehdään muutokset ja klikataan Päivitä-painiketta Työstö-paletista ja tarvittaessa tarkistetaan simuloinnilla.



KUVA 24. Työstöoperaation luonti

4.7 Geometrian valintaan ja muokkaukseen liittyvät symbolit

Kun työstettäväksi haluttua geometriaa klikataan, ohjelma tekee geometrian mukaan työstöradan (kuva 25). Työstöradan aloitus- ja lopetuskohtia pystyy muokkaamaan siirtämällä hiirellä osoittimia eli pointtereita, joita ovat valkoinen ja musta pallo. Hiiren oikeaa näppäintä klikkaamalla voidaan myös siirtää aloitus- ja lopetuskohtia haluttuun kohtaan. Työstettävän elementin alku- ja loppukohdat ovat valkoinen ja musta laatikko, ja niitäkin pystytään siirtämään haluttuun kohtaan samalla lailla hiiren avulla liikuttamalla. Työstön suunta näkyy työstöradassa sinisenä nuolena, ja se saadaan vaihdettua klikkaamalla mustaa nuolta. Työkalun puolen työstöradasta osoittaa sininen pallo, ja se saadaan vaihdettua klikkaamalla keltaista palloa. Työkalu voi olla joko oikealla tai vasemmalla puolella tai keskellä työstörataa.



KUVA 25. Työstörata

4.8 Prosessien tallennus ja uudestaan käyttö

Prosessien tallennus on erittäin hyödyllinen toiminto, joka nopeuttaa ohjelman käyttöä huomattavasti. Tallentamalla esimerkiksi jonkin kierteen teko-prosessin, voi sitä käyttää jatkossa aina kyseisiä kierteitä tehtäessä, jolloin säästää aikaa ja vaivaa huomattavasti. Prosesseihin voi myös tallentaa työkalut. Ennen kuin prosesseja voi tallentaa, täytyy määrittää haluttu kansio prosessien tallentamista varten.

Prosessikansion määrittäminen:

1. Klikataan päävalikosta Prosessi -> Aseta kansio.
2. Luodaan uusi kansio ja nimetään se esim. GC_prosessit ja tallennetaan haluttuun paikkaan tai valitaan aiemmin luotu kansio halutusta paikasta.
3. Klikataan Valitse kansio-painiketta.

Kun prosessikansio on määritetty, sinne voidaan alkaa tallentaa erilaisia prosesseja.

Prosessin tallennus:

1. Klikataan haluttu prosessi aktiiviseksi oikean reunan operaatiolistasta.

2. Klikataan päävalikosta Prosessi -> Tallenna.
3. Nimetään prosessi ja painetaan Tallenna-painiketta.

Prosessin tallentamisen jälkeen sitä voidaan käyttää muita kappaleita tehtäessä, ja mikäli kaikkia prosessissa tarvittavia työkaluja ei ole työkalulistassa, prosessin latausvaiheessa ohjelma tuo myös puuttuvat työkalut työkalulistaan.

Prosessin lataus:

1. Klikataan päävalikosta Prosessi -> Lataa.
2. Valitaan haluttu prosessi ja painetaan Avaa.
3. Ohjelma tuo prosessin prosessilistaan sekä mahdolliset puuttuvat työkalut työkalulistaan.
4. Klikataan kappaleesta kohtaa, jossa halutaan kyseistä prosessia käyttää ja painetaan Tee Se -painiketta (CAM-paletti oltava auki).

4.9 Operaatioiden järjestäminen, muokkaus ja päivitys

Operaatioiden järjestäminen

Koneistettaessa kaikki ylimääräinen aika on kallista ja niinpä muun muassa työkalujen ylimääräistä vaihtamista on vältettävä. GibbsCAMissa on olemassa tähän hyödyllinen toiminto. Painamalla Järj. op -painiketta Työstö-paletista ohjelma järjestää operaatiot oikean reunan operaatiolistasta siten, että samalla työkalulla tehtävät operaatiot ovat peräkkäin. Kyseisen toiminnon kanssa on silti syytä olla erityisen tarkkana, ettei käy esimerkiksi niin, että jokin vaihe jää tekemättä tietyssä kohdassa, ja sen takia työkalu törmää kappaleeseen.

Operaatioiden muokkaus

Operaatioiden muokkaus onnistuu nopeasti ja helposti.

1. Tuplaklikataan haluttua operaatiota oikean reunan operaatiolistasta.
2. Tuplaklikataan prosessi auki vasemman reunan prosessilistasta.
3. Tehdään tarvittavat muokkaukset.
4. Painetaan Päivitä-painiketta Työstö-paletista.

5. Tarkistetaan muutokset työstön geometriasta tai simuloinnilla.

Operaatioiden päivitys

Kaikkien operaatioiden päivittäminen kerralla onnistuu siten, että klikataan hiiren oikealla näppäimellä operaatiolistasta ja painetaan ”Päivitä kaikki operaatiot” tai Editoi -> Päivitä kaikki operaatiot.

4.10 Tiedoston avaus ja tuetut tiedostomuodot

Tiedoston avaus

Aiemmin luodun tiedoston saa auki Dokumentit-paletin kautta Avaa-painikkeella tai vetämällä haluttu tiedosto GibbsCamin ruudulle resurssienhallinnasta.

Tuetut tiedostomuodot

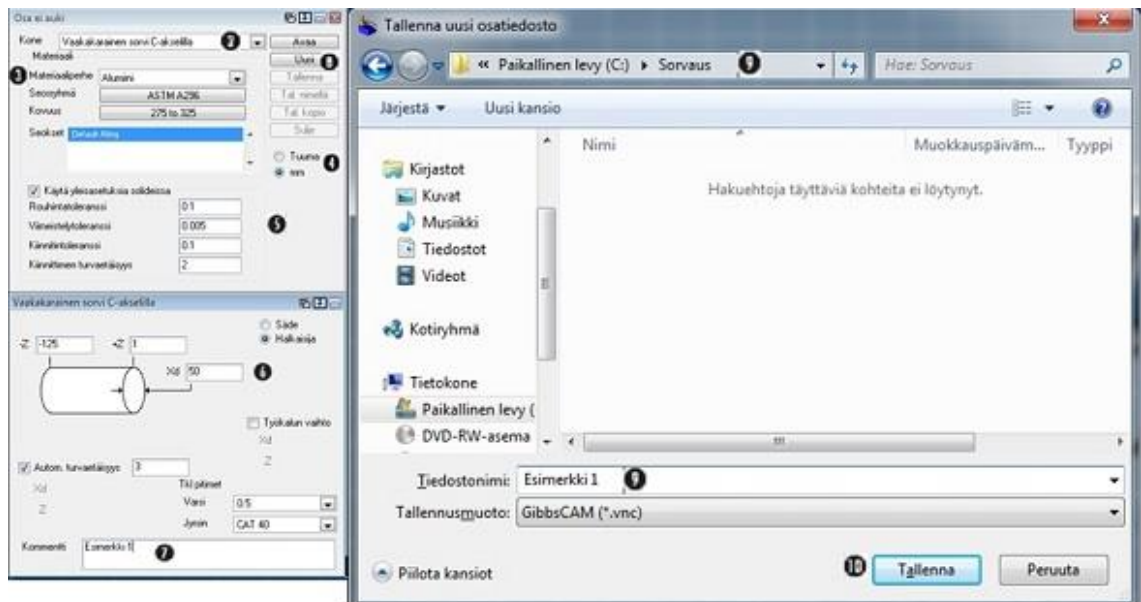
GibbsCAM tukee kaikkia yleisimpiä CAD-formaatteja. Lisenssin ominaisuudet määrittelevät tarkemmin tuetut tiedostomuodot.

5 SORVAUS

Tässä kappaleessa käsitellään sorvaukseen liittyviä toimintoja alkaen koneen valinnasta aina jyrshintään horisontaalisuunnassa saakka. Liitteissä on myös muutamia harjoituksia, joiden avulla voi harjoitella sorvausosion käyttöä GibbsCAM:issä.

5.1 Koneen ja materiaalin valinta sekä aihion luonti

1. Ohjelman käynnistyttyä klikataan oikeasta yläkulmasta Dokumentit-painiketta.
2. Aukeaa Dokumentit-paletti (kuva 26), jossa on kaksi ikkunaa: kone- ja materiaali-ikkuna sekä aihioikkuna. Valitaan ylimmäisestä alasvetovalikosta käytettävä kone.
3. Seuraavaksi valitaan käytettävä materiaali.
4. Valitaan mittayksiköksi joko millimetri tai tuuma.
5. Jos halutaan käyttää yleisasetuksia solideissa, klikataan ruksi ruutuun ”Käytä yleisasetuksia solideissa” ja määritetään toleranssit rouhintaan, viimeistelyyn, kiinnittimelle sekä kiinnittimen turvaetäisyys.
6. Tämän jälkeen määritetään aihion mitat, säde/halkaisija, mahdollinen työkalunvaihtoaseman sijainti, automaattinen turvaetäisyys sekä työkalun pitimet.
7. Tarvittaessa kirjoitetaan haluttu teksti Kommentti-kenttään.
8. Kun yllä olevat toimenpiteet on tehty, klikataan Uusi-painiketta.
9. Ohjelma avaa tiedoston tallentamisikkunan, josta asetetaan tiedoston haluttu sijainti sekä nimetään se.
10. Sijainnin ja nimenannon jälkeen klikataan Tallenna-painiketta.
11. Tämän jälkeen Dokumentit-paletti voidaan halutessa sulkea tilan säästämiseksi näytöllä.

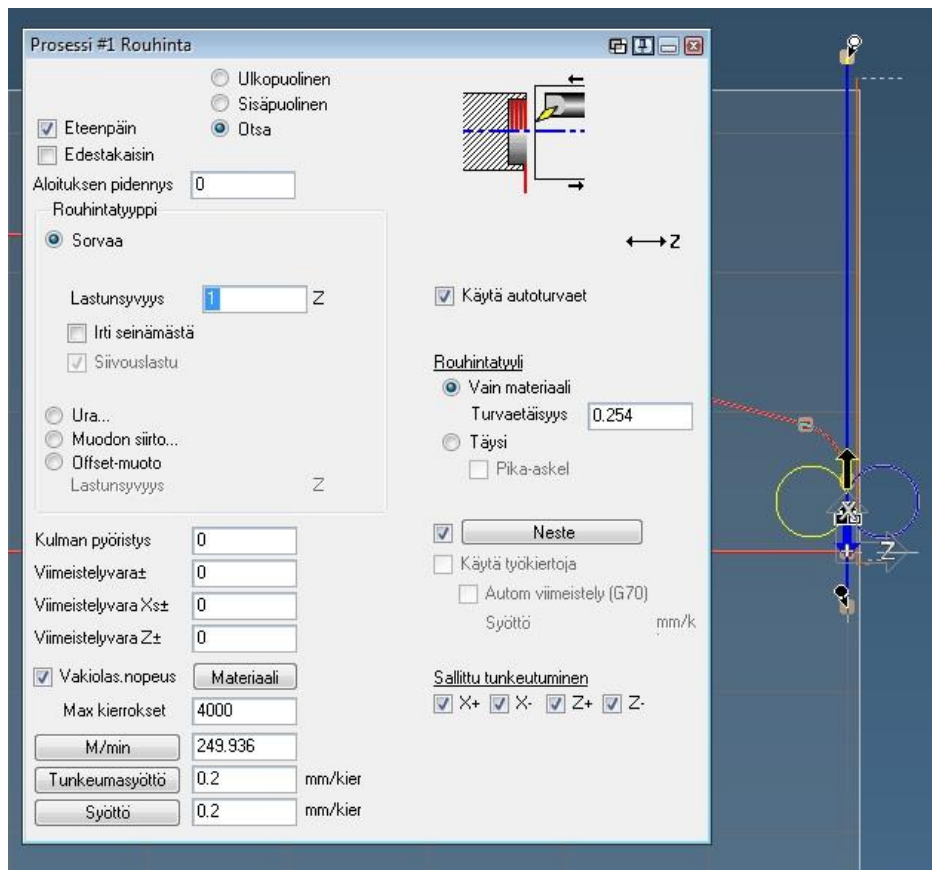


KUVA 26. Koneen ja materiaalin valinta, sorvaus

5.2 Otsapinnan oikaisu

Otsapinnan oikaisu tapahtuu seuraavanlaisesti:

1. Vedetään sopiva työkalu prosessilistaan työkalulistasta.
2. Vedetään rouhintaoperaatio työkalun päälle prosessilistaan Työstö-paletista.
3. Prosessi-ikkunassa (kuva 27) laitetaan täpät ”Otsa”- sekä ”Vain materiaali”-kohtiin ja määritetään muut tarvittavat asetukset, kuten lastunsyvyys ja työstöarvot.
4. Klikataan geometriasta kappaleen otsapintaa ja vedetään aloituspallo (valkoinen) aihion ulkopuolelle ja lopetuspallo (musta) kappaleen halkaisijan alapuolelle (painamalla hiiren oikeaa näppäintä pointterin päällä, voidaan määrittää tarkka piste ja se, onko kyseessä vain yksittäinen elementti).
5. Painetaan Työstö-paletista Tee se -painiketta.
6. Suljetaan Prosessi-ikkuna ja tarkistetaan operaation onnistuminen tarvittaessa simuloinnilla.

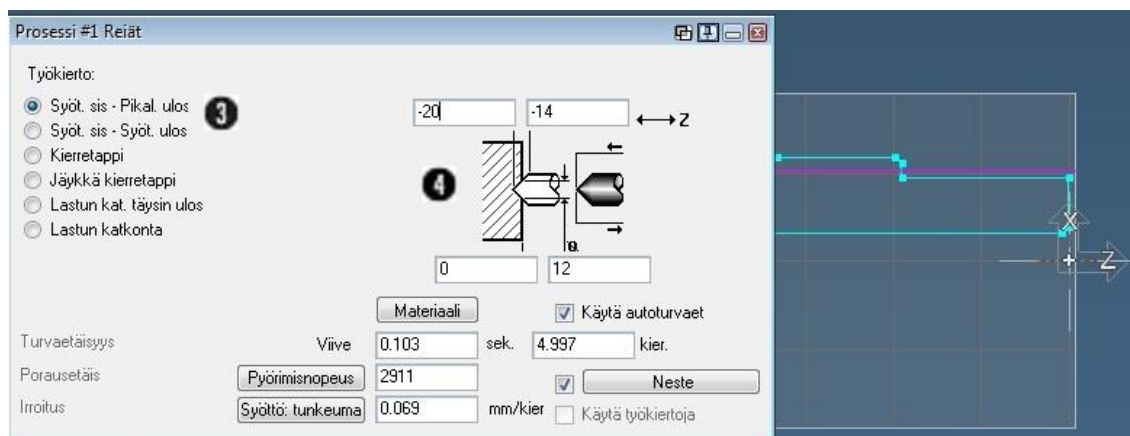


KUVA 27. Otsapinnan oikaisu

5.3 Poraus

Porausoperaation luonti tapahtuu seuraavanlaisesti:

1. Vedetään sopiva työkalu prosessilistaan työkalulistasta.
2. Vedetään porausoperaatio (reiät) työkalun päälle prosessilistaan Työstö-paletista.
3. Määritetään työkierto Prosessi-ikkunassa (kuva 28).
4. Asetetaan porauksen syvyys, työstöarvot sekä mahdollinen leikkuunesteen käyttö.
5. Painetaan Työstö-paletista Tee se -painiketta.
6. Tarkistetaan työstön geometriasta/simuloinnilla, onko poraus halutunlainen.
7. Suljetaan Prosessi-ikkuna.

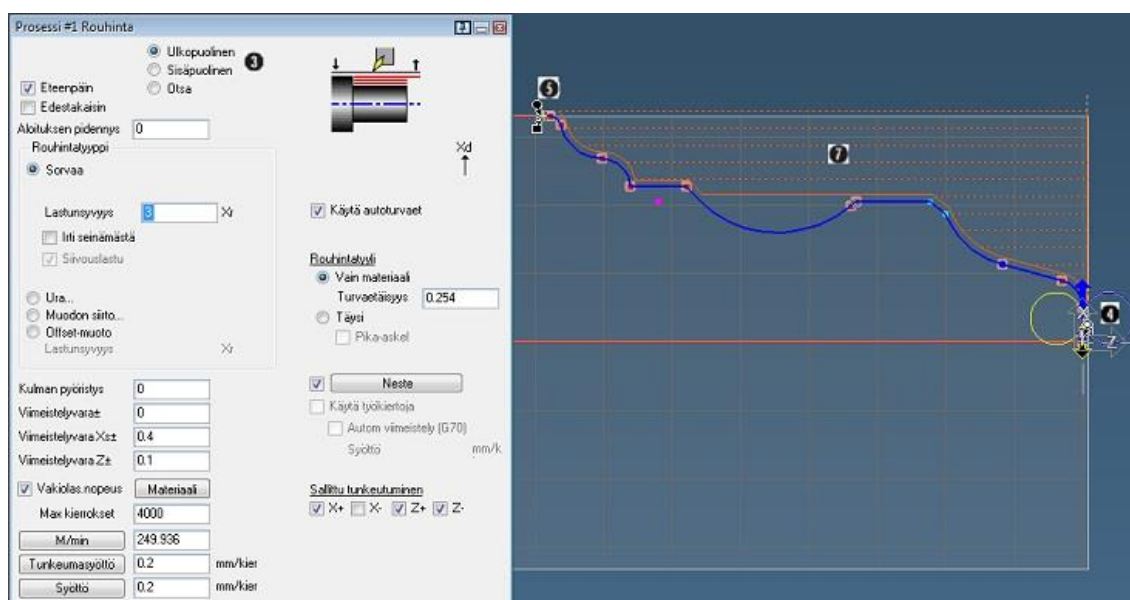


KUVA 28. Poraus

5.4 Muodon rouhinta ja viimeistely

Muodon rouhinta tapahtuu hyvin pitkälti samoin menetelmin kuin otsapinnan tasoituskin muutamaa muutosta lukuun ottamatta.

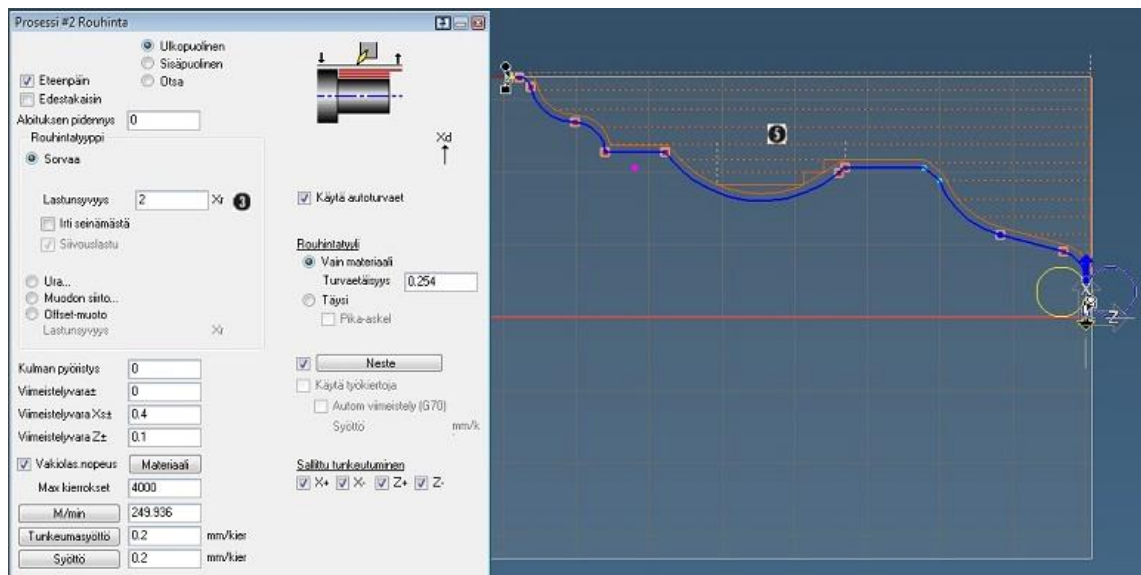
1. Vedetään sopiva työkalu prosessilistaan työkalulistasta.
2. Vedetään rouhintaoperaatio työkalun päälle prosessilistaan Työstö-paletista.
3. Prosessi-ikkunassa (kuva 29) laitetaan täppä joko ”Ulkopuolinen” tai ”Sisäpuolinen” kohtaan riippuen siitä, aiotaanko rouhia ulkopuolista vai sisäpuolista muotoa, sekä määritetään muut tarvittavat asetukset, kuten viimeistelyvara ja työstöarvot.
4. Klikataan geometriasta kappaleen otsapintaa.
5. Tämän jälkeen painetaan Ctrl- ja Shift-näppäimet pohjaan, jolloin hiiren kursori muuttuu ristiksi. Klikataan hiirellä muodon loppua, jolloin geometria muuttuu siniseksi työstettävältä matkalta (painamalla hiiren oikeaa painiketta pointterin päällä voidaan määrittää tarkka piste).
6. Painetaan Työstö-paletista Tee se -painiketta.
7. Tarkistetaan työstön geometriasta tai simuloinnilla, onko rouhinta riittävä.
8. Suljetaan Prosessi-ikkuna.



KUVA 29. Rouhinta 1

Usein sorvattaessa muotoa ei saada rouhittua auki kokonaan yhdellä työkalulla, sillä 80-asteisella rouhintatyökalulla ei yleensä tunkeuduta ollenkaan (sallittu tunkeutuminen kohdasta on suositeltavaa ottaa X-miinus täppä pois). Tämän vuoksi rouhinta on monesti tehtävä usealla eri työkalulla riittävän tunkeuman aikaansaamiseksi. GibbsCAM:issä kyseiseen toimenpiteeseen on helppo ja nopea ratkaisu.

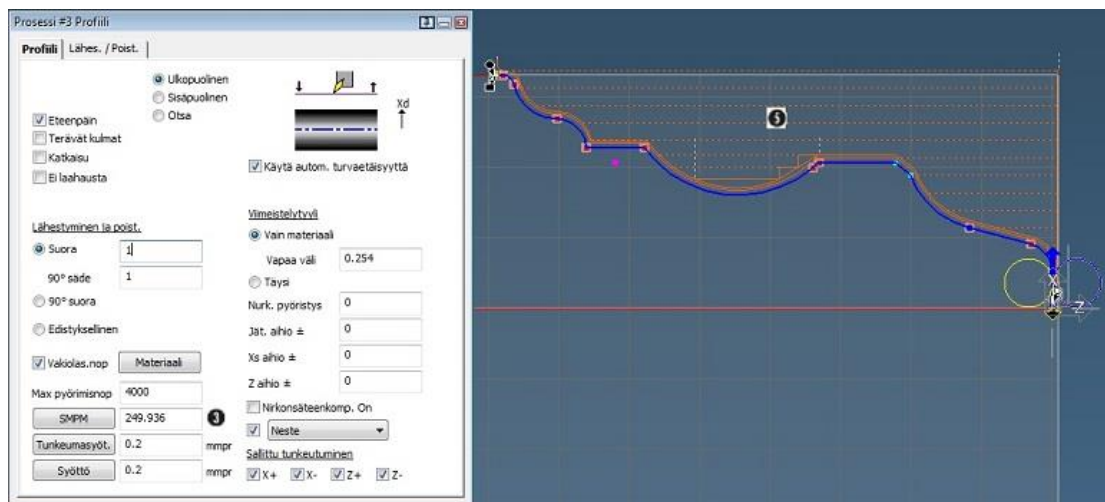
1. Vedetään prosessilistaan edellä tehdyn rouhintaprosessin jälkeiseen ruutuun seuraava, paremmalla tunkeumalla varustettu työkalu työkalulistasta.
2. Vedetään rouhintaoperaatio työkalun päälle Työstö-paletista.
3. Tehdään tarvittaessa muutokset Prosessi-ikkunassa (kuva 30), esimerkiksi lastun syvyys.
4. Klikataan Työstö-paletista Päivitä-painiketta.
5. Tarkistetaan työstön geometriasta tai simuloinnilla, onko tunkeuma riittävä. Jos ei, toistetaan toimenpide vielä paremmin tunkeutuvalla työkalulla.



KUVA 30. Rouhinta 2

Kun rouhinta on saatu tehtyä halutunlaiseksi, on jäljellä vielä muodon viimeistely. Muodon viimeistelyn teko sujuu GibbsCAM:issä yhtä helposti kuin muodon rouhinta, ja se onkin järkevintä tehdä samalla kerralla rouhinnan kanssa. Muodon viimeistely ei oikeastaan eroa rouhinnan teosta muuten kuin operaation valinnan osalta.

1. Vedetään prosessilistaan edellä tehdyn rouhintaprosessin jälkeiseen ruutuun viimeistelytyökalu työkalulistasta.
2. Vedetään profiilioperaatio työkalun päälle Työstö-paletista.
3. Tehdään tarvittaessa muutokset Prosessi-ikkunassa (kuva 31).
4. Klikataan Työstö-paletista Päivitä-painiketta.
5. Tarkistetaan työstön geometriasta tai simuloinnilla, onko muoto halutunlainen.



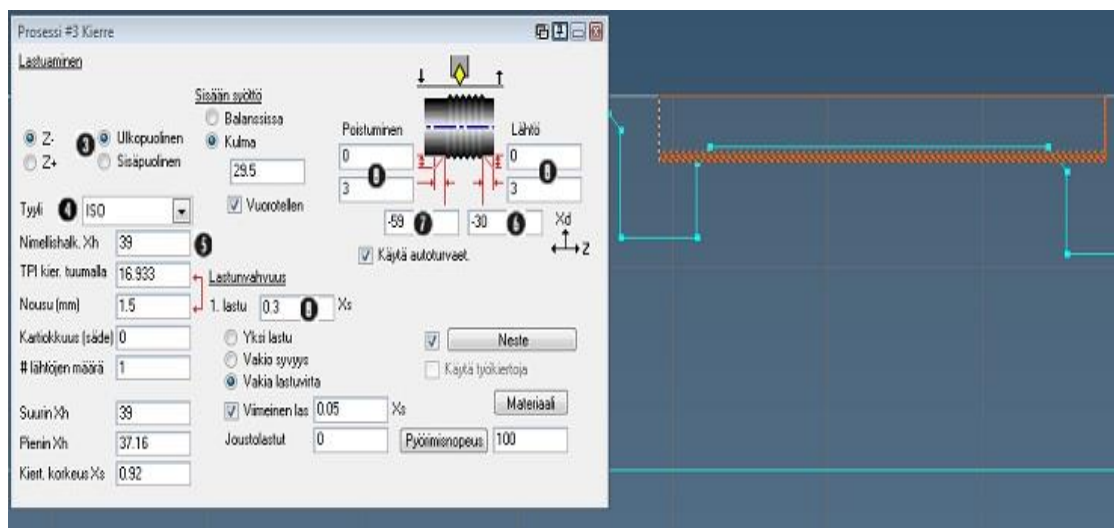
KUVA 31. Viimeistely

Leveämmät urat voidaan tehdä edestakaisin sorvaamalla järeällä työkalulla. Tällöin käytetään yleensä operaationa rouhintaa.

5.6 Kierteen sorvaus

Ennen kierteen tekoa muodon täytyy olla viimeistelty. Kierteen teossa täytyy huomioida kierteen nousu työkalua valittaessa.

1. Vedetään prosessilistaan kierteen tekoon sopiva työkalu työkalulistasta.
2. Vedetään prosessilistaan kierreoperaatio Työstö-paletista.
3. Laitetaan Prosessi-ikkunassa (kuva 33) täppä kohtaan ”Ulkopuolinen” tai ”Sisäpuolinen” riippuen siitä, tehdäänkö sisä- vai ulkokierrettä.
4. Valitaan Tyyli-alasvetovalikosta haluttu kierrestandardi.
5. Klikataan kursori nimellishalkaisija-kohtaan Prosessi-ikkunassa, painetaan Alt-näppäin pohjaan ja klikataan geometriasta kohtaa, johon kierre tulee halkaisijan suunnassa.
6. Klikataan kursori kohtaan, josta kierre alkaa Prosessi-ikkunassa, painetaan Alt-näppäin pohjaan ja klikataan geometriasta kohtaa, josta kierre alkaa.
7. Klikataan kursori kohtaan, jossa kierre loppuu Prosessi-ikkunassa, painetaan Alt-näppäin pohjaan ja klikataan geometriasta kohtaa, jossa kierre päättyy.
8. Tehdään loput tarvittavat asetukset, kuten 1. lastun vahvuus sekä lähtö ja poistuminen. GibbsCAM laskee automaattisesti pienimmän halkaisijan ja ottaa nousun tiedot työkalusta.
9. Painetaan Tee se -painiketta Työstö-paletista.
10. Tarkistetaan työstön geometriasta tai simuloinnilla, onko kierre halutunlainen.

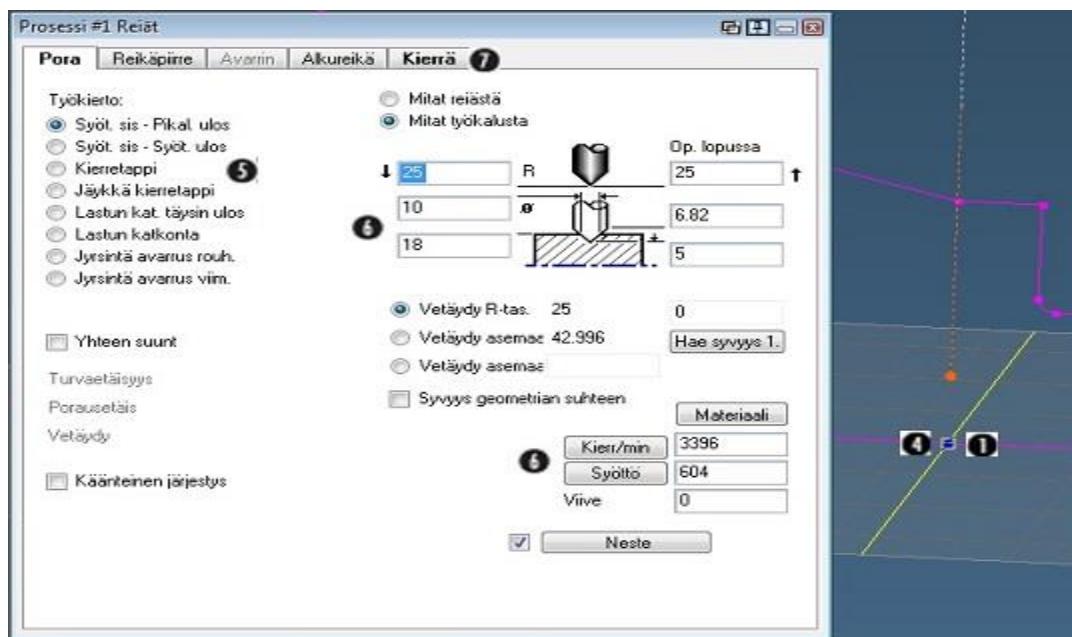


KUVA 33. Kierteen teko

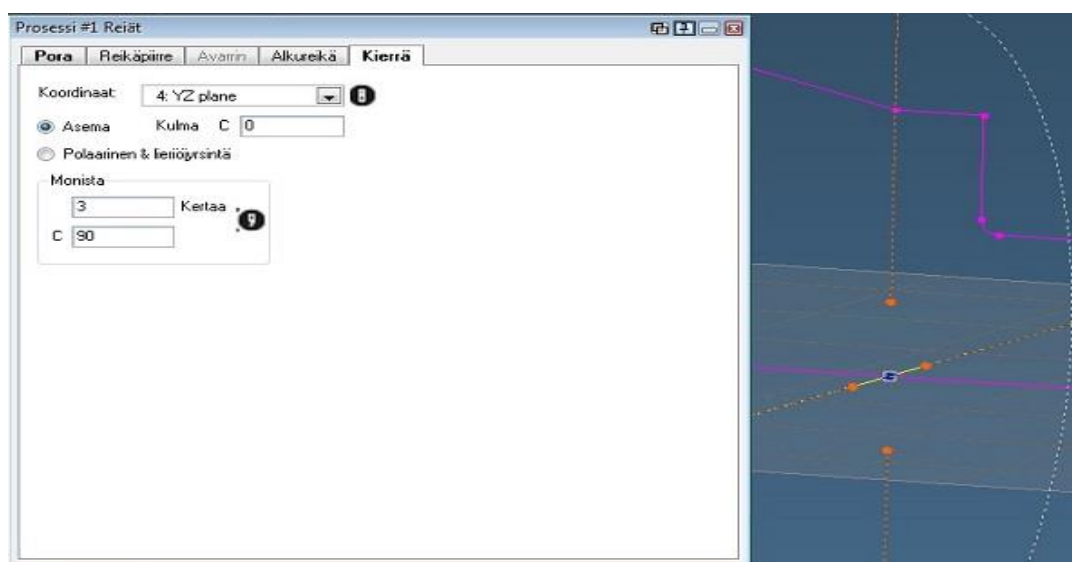
5.7 Vertikaaliporaus ja kierteytys pyörivillä työkaluilla

Ennen kuin pystytään tekemään reikiä tai kierteitä vertikaalisuunnassa, täytyy geometriaan olla luotuna sitä varten piste tai useampia, jotta reiän tai kierteen teko on mahdollista. Vertikaalisuunnassa porattaessa piste on yleensä YZ-koordinaatistossa.

1. Luodaan geometriaan piste haluttuun kohtaan reikää/kierrettä varten.
2. Vedetään haluttu pora työkalulistasta prosessilistaan.
3. Vedetään porausoperaatio Työstö-paletin jyrsinpuolelta (reiät) työkalun päälle prosessilistaan.
4. Klikataan luotua pistettä geometriasta.
5. Määritetään työkierto Prosessi-ikkunassa (kuva 34).
6. Määritetään porauksen lähtötaso, syvyys, työstöarvot sekä leikkuunesteen käyttö.
7. Mikäli halutaan tehdä useampia reikiä/kierteitä kiertämällä, mennään Kierrä-välilehdelle (kuva 35). Jos ei, voidaan ohittaa kohdat 8-9.
8. Tarkistetaan, että koordinaatisto on sama, johon piste on piirretty (yleensä YZ).
9. Määritetään, kuinka monta kertaa reikä monistetaan ja missä kulmassa.
10. Painetaan Tee se -painiketta Työstö-paletista.
11. Tarkistetaan työstön geometriasta tai simuloinnilla, onko reikä/reiät kunnossa.



KUVA 34. Vertikaaliporaus ja kierteytys pyörivillä työkaluilla 1



KUVA 35. Vertikaaliporaus ja kierteytys pyörivillä työkaluilla 2

Kierteen teko onnistuu samalla lailla kuin yllä käsitelty porausoperaatiokin. Kierreoperaatio voidaan tehdä porausoperaation jatkoksi prosessilistaan. Usein, ennen kierteen tekoa, tehdään viiste reiän suulle kierrettä varten. Seuraavaksi onkin käsitelty viisteen teko reikään.

1. Vedetään haluttu viistetyökalu työkalulistasta prosessilistaan porausprosessin perään toiseen ruutuun.
2. Vedetään porausoperaatio Työstö-paletin jyrsinpuolelta (reiät) työkalun päälle prosessilistaan.

3. Määritetään työkierto.
4. Määritetään viisteen lähtötaso, syvyys, työstöarvot sekä leikkuunesteen käyttö (NC-poralla saa halkaisijatiedolla viisteen syvyyden määritettyä helposti).
5. Painetaan Päivitä-painiketta Työstö-paletista (HUOM! Mikäli aiemmin on tehty useampia reikiä, tulevat viisteet automaattisesti samoihin kohtiin reikien kanssa).
6. Tarkistetaan simuloinnilla, onko viiste/viisteet kunnossa.

Kun viisteet on tehty, voidaan seuraavaksi tehdä kierteet.

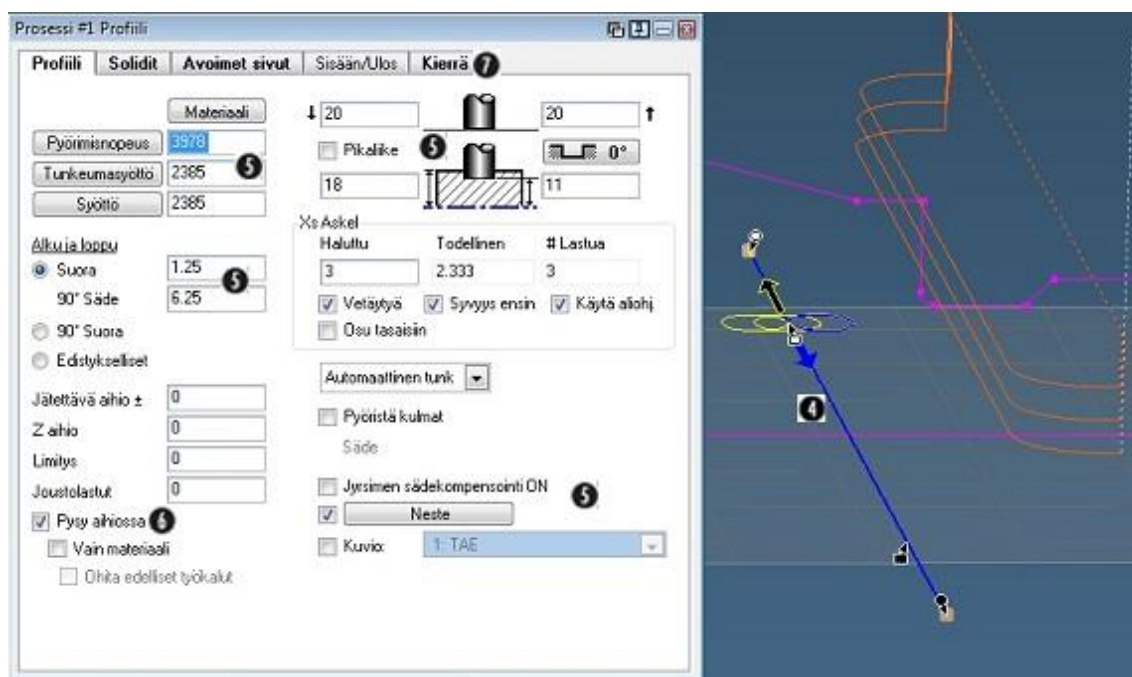
1. Vedetään haluttu kierrettyökalu työkalulistasta prosessilistaan viiste-prosessin perään kolmanteen ruutuun.
2. Vedetään porausoperaatio Työstö-paletin jyrsinpuolelta (reiät) työkalun päälle prosessilistaan (työkiertoa ei tarvitse määrittää, sillä ohjelma ymmärtää sen kierrettyökalusta).
3. Määritetään kierteen lähtötaso, syvyys, työstöarvot sekä leikkuunesteen käyttö.
4. Painetaan Päivitä-painiketta Työstö-paletista (HUOM! Mikäli aiemmin on tehty useampia reikiä, tulevat kierteet automaattisesti samaan kohtaan reikien kanssa).
5. Tarkistetaan työstön geometriasta tai simuloinnilla, onko kierre/kierteet kunnossa.

5.8 Jyrsintä vertikaalisuunnassa

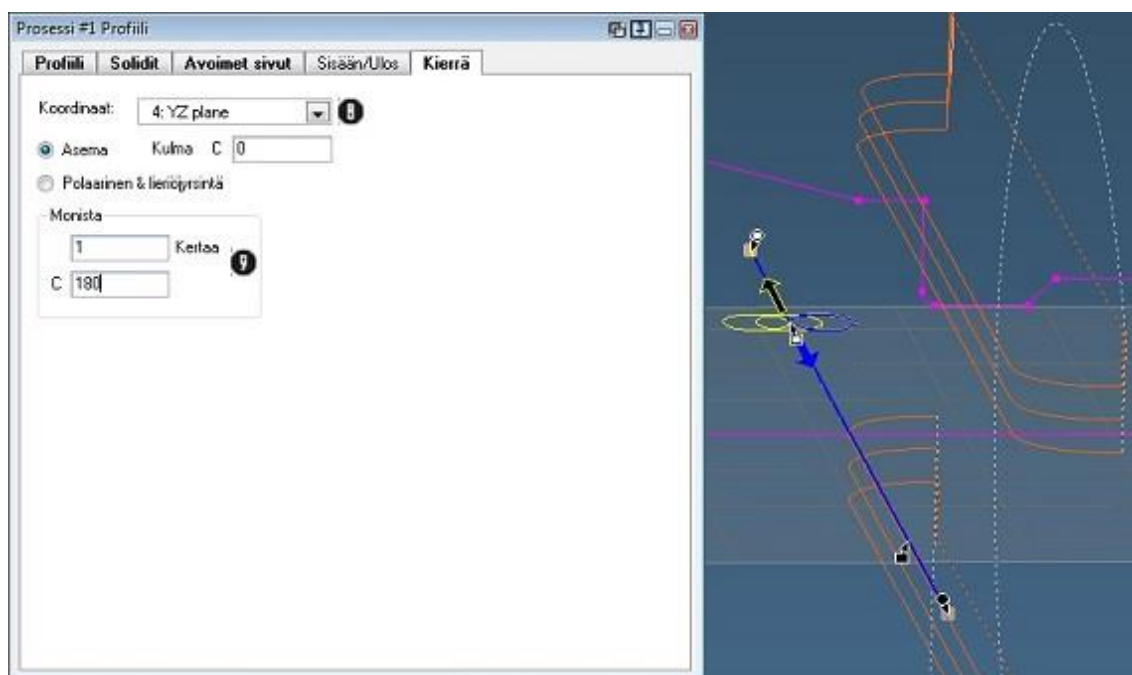
Ennen kuin pystytään jyrsimään vertikaalisuunnassa, täytyy geometriaan olla luotuna sitä varten muoto, esimerkiksi viiva, jotta jyrsiminen on mahdollista. Vertikaalisuunnassa jyrsittäessä muoto on yleensä YZ-koordinaatistossa.

1. Luodaan geometriaan muoto haluttuun kohtaan jyrsintää varten.
2. Vedetään haluttu työkalu työkalulistasta prosessilistaan.
3. Vedetään profiilioperaatio Työstö-paletin jyrsinpuolelta työkalun päälle prosessilistaan.
4. Klikataan luotua muotoa geometriasta.
5. Määritetään jyrsinnän lähestyminen ja poistuminen, lähtötaso, syvyys, lastun vahvuus, työstöarvot, sädekompensointi sekä leikkuunesteen käyttö Prosessi-ikkunassa (kuva 36).
6. Laitetaan ruksi kohtaan ”Pysy aihiossa”.

7. Mikäli halutaan jyrsiä useammasta kohtaa kiertämällä, mennään Kierrä-välilehdelle (kuva 37). Jos ei, voidaan ohittaa kohdat 8-9.
8. Tarkistetaan, että koordinaatisto on sama, johon muoto on piirretty (yleensä YZ).
9. Määritetään, kuinka monta kertaa jyrshintä monistetaan ja missä kulmassa.
10. Painetaan Tee se -painiketta Työstö-paletista.
11. Tarkistetaan simuloinnilla, onko jyrshinty muoto halutunlainen.



KUVA 36. Jyrshintä vertikaalisuunnassa 1

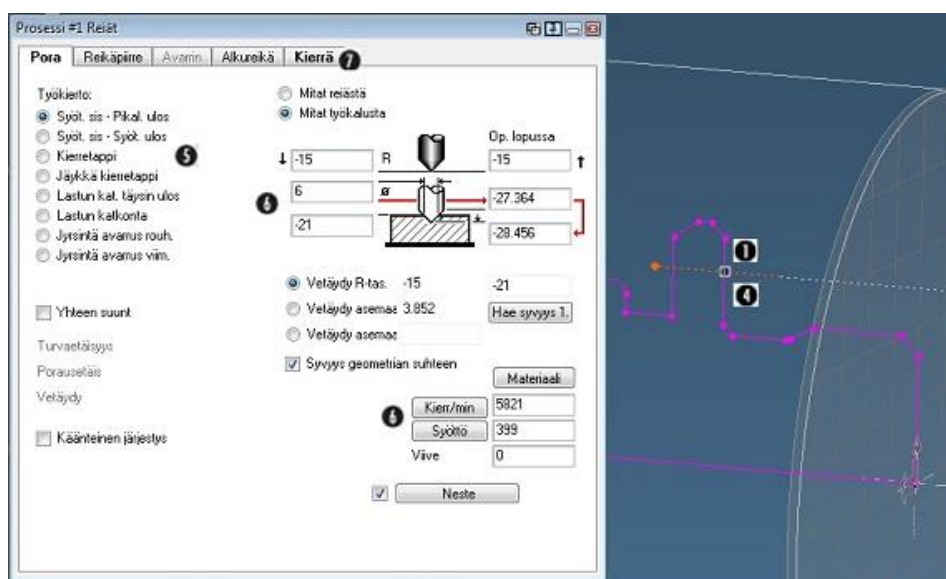


KUVA 37. Jyrshintä vertikaalisuunnassa 2

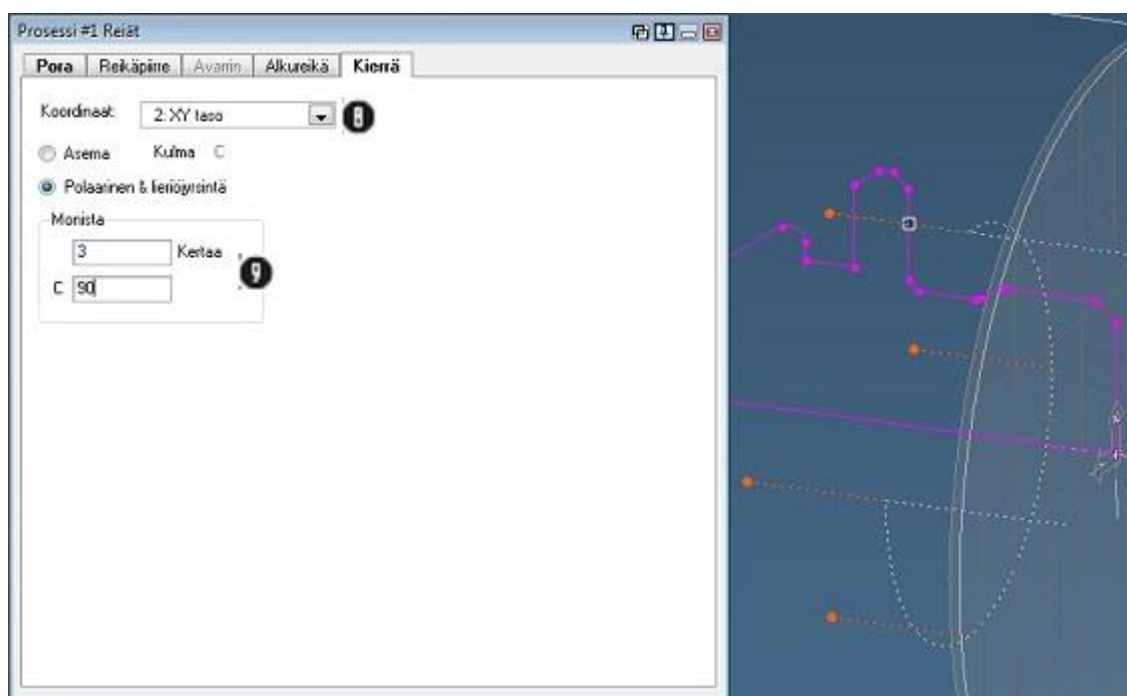
5.9 Horisontaaliporaus ja kierteytys pyörivillä työkaluilla

Ennen kuin pystytään tekemään reikiä tai kierteitä horisontaalisuunnassa, täytyy geometriaan olla luotuna sitä varten piste tai useampi, jotta reiän tai kierteen teko on mahdollista. Horisontaalisuunnassa porattaessa piste on yleensä XY-koordinaatistossa.

1. Luodaan geometriaan piste haluttuun kohtaan reikää/kierrettä varten.
2. Vedetään haluttu pora työkalulistasta prosessilistaan (HUOM! Työkalun suunnan on oltava määritetty oikein).
3. Vedetään porausoperaatio Työstö-paletin jyrsinpuolelta (reiät) työkalun päälle prosessilistaan.
4. Klikataan luotua pistettä geometriasta.
5. Määritetään työkierto, porauksen lähtötaso, syvyys, työstöarvot sekä leikkuunesteen käyttö Prosessi-ikkunassa (kuva 38).
6. Mikäli halutaan tehdä useampia reikiä/kierteitä kiertämällä, mennään Kierrä-välilehdelle (kuva 39). Jos ei, voidaan ohittaa kohdat 8-9.
7. Tarkistetaan, että koordinaatisto on sama, johon piste on piirretty (yleensä XY).
8. Määritetään, kuinka monta kertaa reikä monistetaan ja missä kulmassa (HUOM! Laitetaan täppä kohtaan ”Polaarinen & lieriöjyrsintä”!).
9. Painetaan Tee se -painiketta Työstö-paletista.
10. Tarkistetaan työstön geometriasta tai simuloinnilla, onko reikä/reiät kunnossa.



KUVA 38. Horisontaaliporaus ja kierteytys pyörivillä työkaluilla 1



KUVA 39. Horisontaaliporaus ja kierteytys pyörivillä työkaluilla 2

Kierteen teko onnistuu samalla lailla kuin yllä käsitelty porausoperaatiokin. Kierreoperaatio voidaan tehdä porausoperaation jatkoksi prosessilistaan. Usein, ennen kierteen tekoa, tehdään viiste reiän suulle kierrettä varten. Seuraavaksi onkin käsitelty viisteen teko reikään.

1. Vedetään haluttu viistetyökalu työkalulistasta prosessilistaan porausprosessin perään toiseen ruutuun (HUOM! Työkalun suunnan on oltava määritetty oikein).
2. Vedetään porausoperaatio Työstö-paletin jyrsinpuolelta (reiät) työkalun päälle prosessilistaan.
3. Määritetään työkierto.
4. Määritetään viisteen lähtötaso, syvyys, työstöarvot sekä leikkuunesteen käyttö.
5. Painetaan Päivitä-painiketta Työstö-paletista (HUOM! Mikäli aiemmin on tehty useampia reikiä, tulevat viisteet automaattisesti samaan kohtaan reikien kanssa).
6. Tarkistetaan simuloinnilla, onko viiste/viisteet kunnossa.

Kun viisteet on tehty, voidaan seuraavaksi tehdä kierteet.

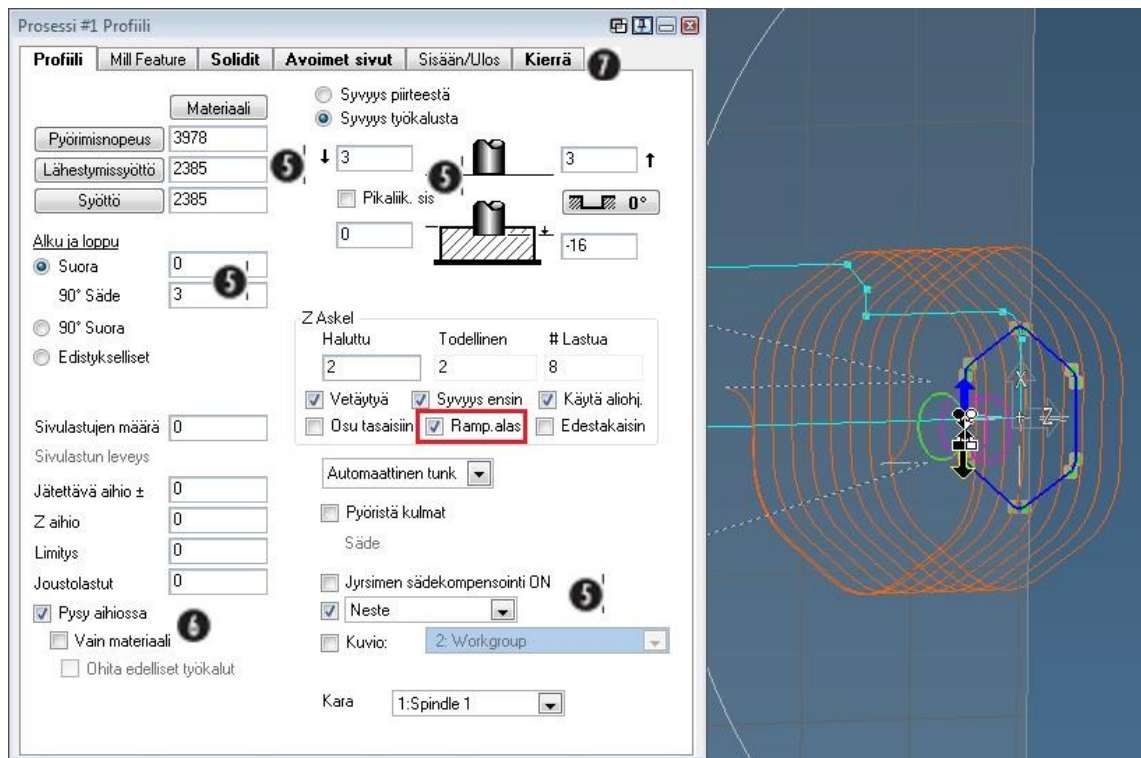
1. Vedetään haluttu kierretyökalu työkalulistasta prosessilistaan viiste-prosessin perään kolmanteen ruutuun (HUOM! Työkalun suunnan on oltava määritetty oikein).

2. Vedetään porausoperaatio Työstö-paletin jyrsinpuolelta (reiät) työkalun päälle prosessilistaan (työkiertoa ei tarvitse määrittää, sillä ohjelma ymmärtää sen kierretyökalusta).
3. Määritetään kierteen lähtötaso, syvyys, työstöarvot sekä leikkuunesteen käyttö.
4. Painetaan Päivitä-painiketta Työstö-paletista (HUOM! Mikäli aiemmin on tehty useampia reikiä, tulevat kiertet automaattisesti samaan kohtaan reikien kanssa).
5. Tarkistetaan työstön geometriasta tai simuloinnilla, onko kierre/kierteet kunnossa.

5.10 Jyrsintä horisontaalisuunnassa

Ennen kuin pystytään jyrsimään horisontaalisuunnassa, täytyy geometriaan olla luotuna sitä varten muoto, esimerkiksi kuusikulmio, jotta jyrsiminen on mahdollista. Horisontaalisuunnassa jyrsittäessä muoto on yleensä XY-koordinaatistossa.

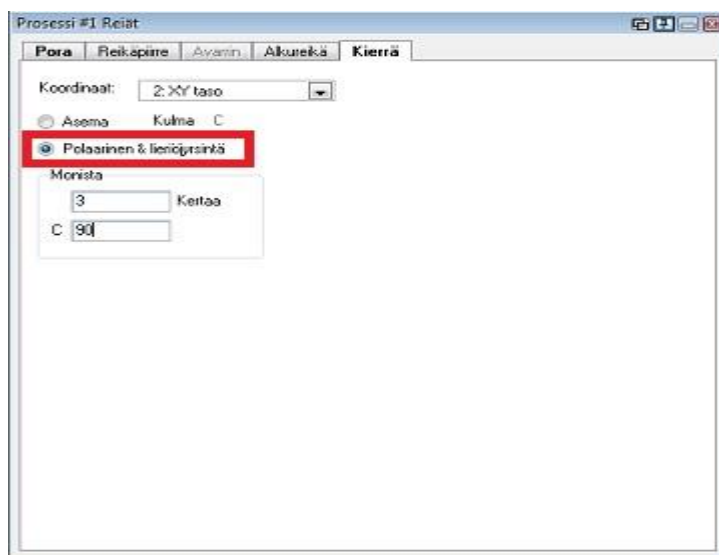
1. Luodaan geometriaan muoto haluttuun kohtaan jyrsintää varten.
2. Vedetään haluttu työkalu työkalulistasta prosessilistaan (HUOM! Työkalun suunnan on oltava määritetty oikein).
3. Vedetään profiilioperaatio Työstö-paletin jyrsinpuolelta työkalun päälle prosessilistaan.
4. Klikataan luotua muotoa geometriasta.
5. Määritetään jyrsinnän lähestyminen ja poistuminen, lähtötaso, syvyys, lastun vahvuus, työstöarvot, sädekompensointi sekä leikkuunesteen käyttö Prosessi-ikkunassa (kuva 40) (HUOM! Ruksaamalla Ramp. alas, jyrsiminen tapahtuu ramppina).
6. Laitetaan ruksi kohtaan ”Pysy aihiossa”.
7. Mikäli halutaan jyrsiä useammasta kohtaa kiertämällä, mennään Kierrä-välilehdelle. Jos ei, voidaan ohittaa kohdat 8-9.
8. Tarkistetaan, että koordinaatisto on sama, johon muoto on piirretty (yleensä XY).
9. Määritetään, kuinka monta kertaa jyrsintä monistetaan ja missä kulmassa (HUOM! Laita täppä kohtaan ”Polaarinen & lieriöjyrsintä”).
10. Painetaan Tee se -painiketta Työstö-paletista.
11. Tarkistetaan simuloinnilla, onko jyrsitty muoto halutunlainen.



KUVA 40. Jyrsintä horisontaalisuunnassa

5.10.1 Rotaatio-/asemajyrsintä

Asemajyrsintä käyttää jyrsittäessä X- ja Y-akseleita. Polaarinen & lieriöjyrsintä (kuva 41) käyttää X-akselia ja rotaatioakseli C:tä. Työstettäessä XY-akseleilla kappaleen otsapintaa (XY-koordinaatisto) sorvin liikevarat eivät riitä X-miinussuunnassa, joten Kierrä-välilehdellä on oltava täppä kohdassa ”Polaarinen & lieriöjyrsintä”, jolloin työstö tapahtuu C- ja X-akseleilla.



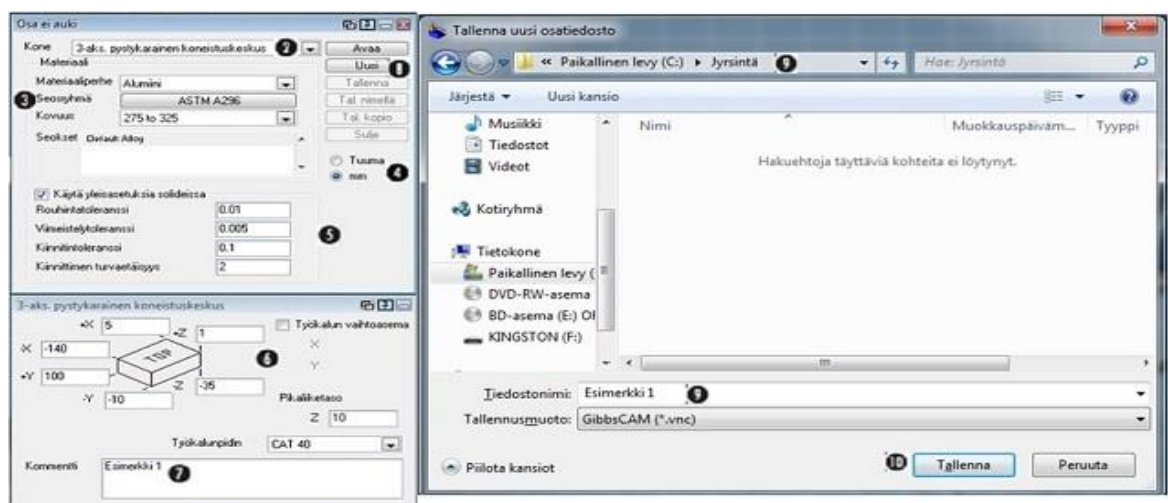
KUVA 41. Polaarinen & lieriöjyrsintä

6 JYRSINTÄ

Tässä luvussa käsitellään jyrsintään liittyviä toimintoja alkaen koneen valinnasta aina VoluMill™-suurnopeusjyrsintäteknikkaan saakka. Liitteissä on myös muutamia harjoituksia, joiden avulla voi harjoitella jyrsintäosion käyttöä GibbsCAM:issa.

6.1 Koneen ja materiaalin valinta sekä aihion luonti

1. Ohjelman käynnistyttyä klikataan oikeasta yläkulmasta Dokumentit-painiketta
2. Aukeaa Dokumentit-paletti (kuva 42), jossa on kaksi ikkunaa: kone- ja materiaali-ikkuna sekä aihioikkuna. Valitaan ylimmäisestä alasvetovalikosta käytettävä kone.
3. Seuraavaksi valitaan käytettävä materiaali.
4. Valitaan mittayksiköksi joko millimetri tai tuuma.
5. Jos halutaan käyttää yleisasetuksia solideissa, klikataan ruksi ruutuun ”Käytä yleisasetuksia solideissa” ja määritetään toleranssit rouhintaan, viimeistelyyn, kiinnittimelle sekä kiinnittimen turvaetäisyys.
6. Tämän jälkeen määritetään aihion mitat, mahdollinen työkalunvaihtoaseman sijainti, pikaliiketaso sekä työkalun pitimet.
7. Tarvittaessa kirjoitetaan haluttu teksti Kommentti-kenttään.
8. Kun yllä olevat toimenpiteet on tehty, klikataan Uusi-painiketta.
9. Ohjelma avaa tiedoston tallentamis-ikkunan, josta asetetaan tiedoston haluttu sijainti sekä nimetään se.
10. Sijainnin ja nimen annon jälkeen klikataan Tallenna-painiketta.
11. Tämän jälkeen Dokumentit-paletti voidaan sulkea tilan säästämiseksi näytöllä.

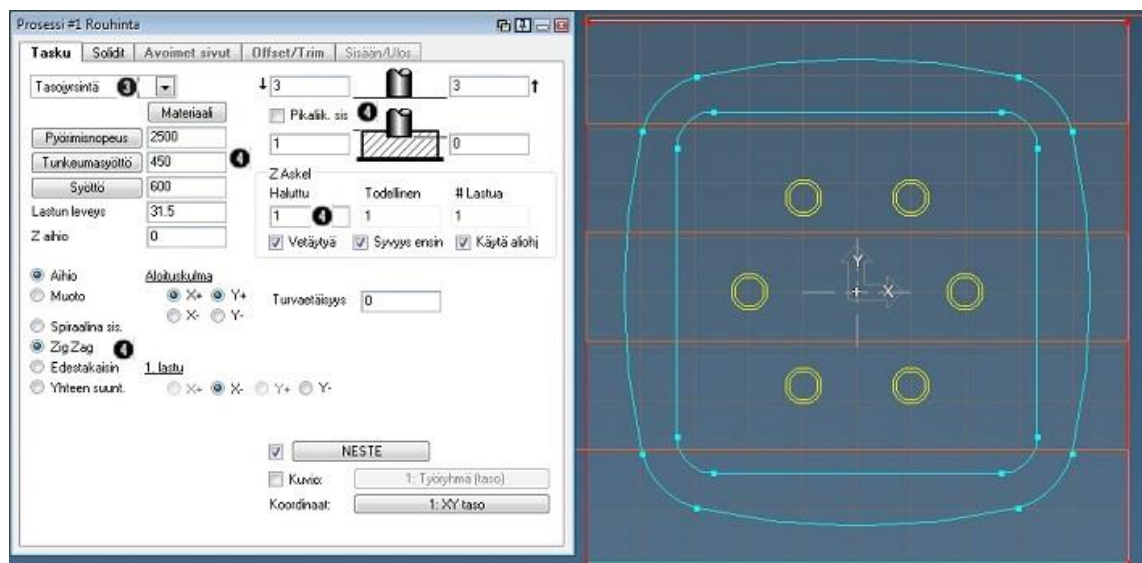


KUVA 42. Koneen ja materiaalin valinta, jyrsintä

6.2 Tasojyrsintä

Tasojyrsintä tapahtuu seuraavanlaisesti:

1. Vedetään sopiva työkalu prosessilistaan työkalulistasta.
2. Vedetään rouhintaoperaatio työkalun päälle prosessilistaan Työstö-paletista.
3. Valitaan Prosessi-ikkunasta (kuva 43) tasojyrsintä alasvetovalikosta.
4. Määritetään tarvittavat asetukset, kuten työstöarvot, lastunsyvyys sekä jyrsintätyyli.
Huom! Silloin kun täppä on kohdassa ”Aihio”, ohjelma tekee radan koko aihion päälle. Jos halutaan rajoittaa rata vain tiettyyn muotoon, laitetaan täppä kohtaan ”Muoto”.
5. Painetaan Työstö-paletista Tee se -painiketta.
6. Suljetaan Prosessi-ikkuna ja tarkistetaan operaation onnistuminen tarvittaessa simuloinnilla.



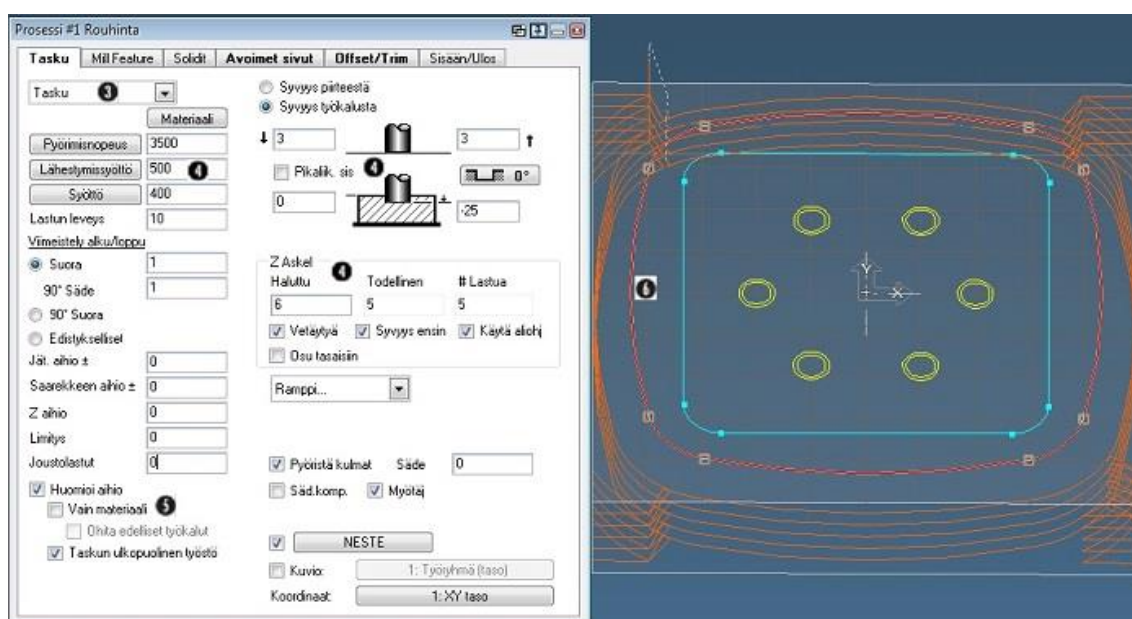
KUVA 43. Tasojyrsintä

6.3 Taskun ulkopuolinen jyrsintä

Taskun ulkopuolinen jyrsintä tapahtuu seuraavanlaisesti:

1. Vedetään sopiva työkalu prosessilistaan työkalulistasta.
2. Vedetään rouhintaoperaatio työkalun päälle prosessilistaan Työstö-paletista.
3. Valitaan Prosessi-ikkunasta tasku alasvetovalikosta.

4. Määritetään tarvittavat asetukset, kuten työstöarvot, lähestyminen ja poistuminen, syvyys sekä lastunsyvyys prosessi-ikkunassa (kuva 44).
5. Laitetaan ruksit ”Huomioi aihio” sekä ”Taskun ulkopuolinen työstö” kohtiin.
6. Klikataan haluttu muoto geometriasta.
7. Painetaan Työstö-paletista Tee se -painiketta.
8. Suljetaan Prosessi-ikkuna ja tarkistetaan operaation onnistuminen tarvittaessa simuloinnilla.



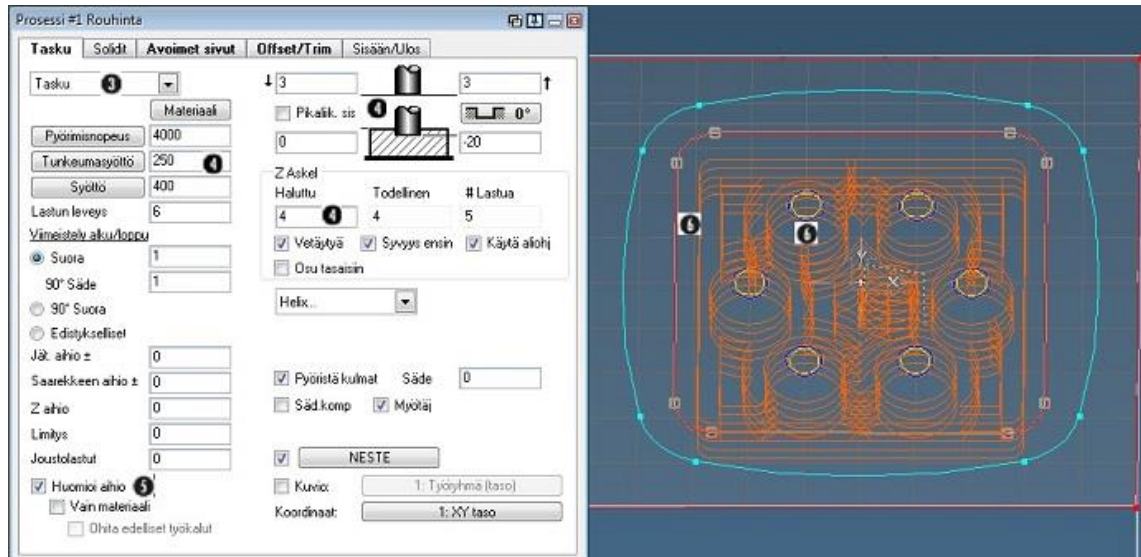
KUVA 44. Taskun ulkopuolinen jyrsintä

6.4 Taskun jyrsintä

Taskun jyrsintä tapahtuu samalla tavalla kuin ulkopuolisen taskun jyrsiminen lukuun ottamatta yhtä poikkeusta, joka on ruksi pois kohdasta ”Taskun ulkopuolinen ajo”.

1. Vedetään sopiva työkalu prosessilistaan työkalulistasta.
2. Vedetään rouhintaoperaatio työkalun päälle prosessilistaan Työstö-paletista.
3. Valitaan Prosessi-ikkunasta (kuva 45) tasku alasvetovalikosta.
4. Määritetään tarvittavat asetukset, kuten työstöarvot, lähestyminen ja poistuminen, syvyys sekä lastunsyvyys.
5. Laitetaan ruksi ”Huomio aihio” kohtaan.
6. Klikataan haluttu muoto geometriasta (Huom! Mikäli taskussa on saarekkeita, painetaan Ctrl-painike pohjaan ja klikataan myös ne aktiiviseksi).

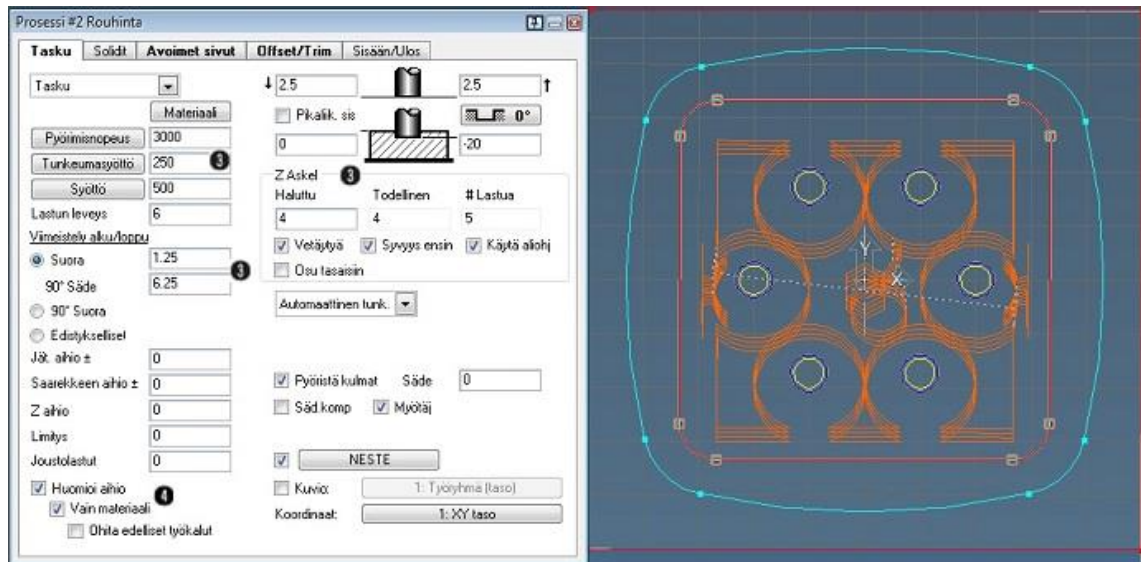
7. Painetaan Työstö-paletista Tee se -painiketta.
8. Suljetaan Prosessi-ikkuna ja tarkistetaan operaation onnistuminen tarvittaessa simuloinnilla.



KUVA 45. Taskun jyrsintä

Mikäli taskua rouhitaan auki niin isolla työkalulla, että sillä ei mahduta jyrsimään kaikkia nurkkia tai koloja, voidaan tasku rouhia auki heti edellisen operaation perään pienemmällä työkalulla.

1. Vedetään sopiva, pienempi työkalu prosessilistaan työkalulistasta.
2. Vedetään rouhintaoperaatio työkalun päälle prosessilistaan Työstö-paletista.
3. Määritetään tarvittavat asetukset, kuten työstöarvot, lähestyminen ja poistuminen, syvyys sekä lastunsyvyys Prosessi-ikkunasta (kuva 46).
4. Laitetaan ruksi ”Huomio aihio” ja ”Vain materiaali” kohtiin.
5. Painetaan Työstö-paletista Päivitä-painiketta.
6. Suljetaan Prosessi-ikkuna ja tarkistetaan operaation onnistuminen tarvittaessa simuloinnilla.

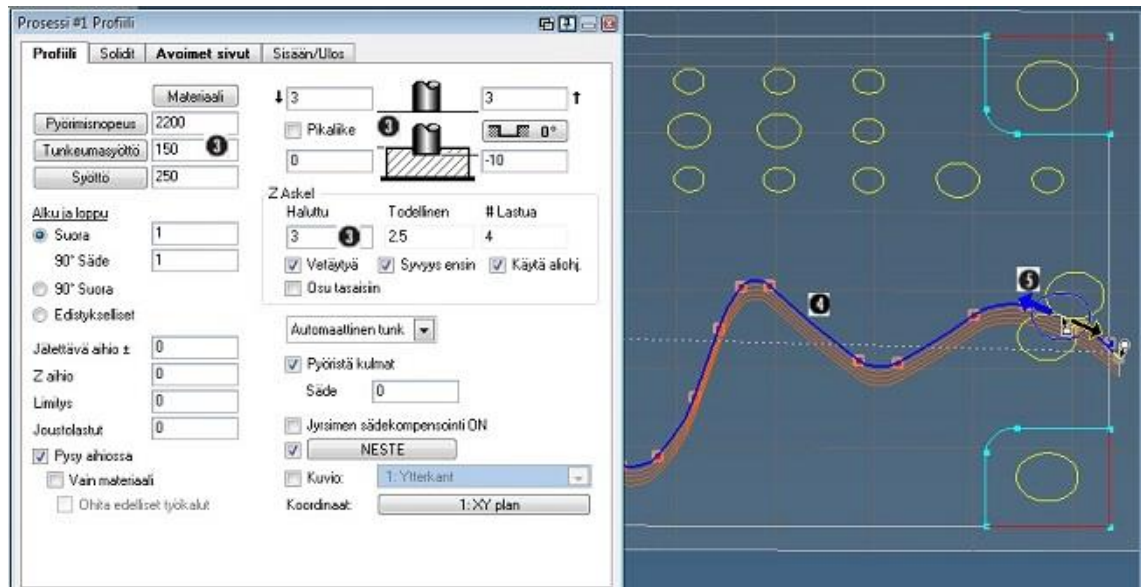


Kuva 46. Taskun jyrshintä pienemmällä työkalulla

6.5 Profiilin teko

Profiili-operaation käyttäminen on hyödyllinen esimerkiksi jos halutaan tehdä jokin ura, muoto tai vaikkapa viimeistellä jokin tasku. Profiilin teko onnistuu seuraavanlaisesti:

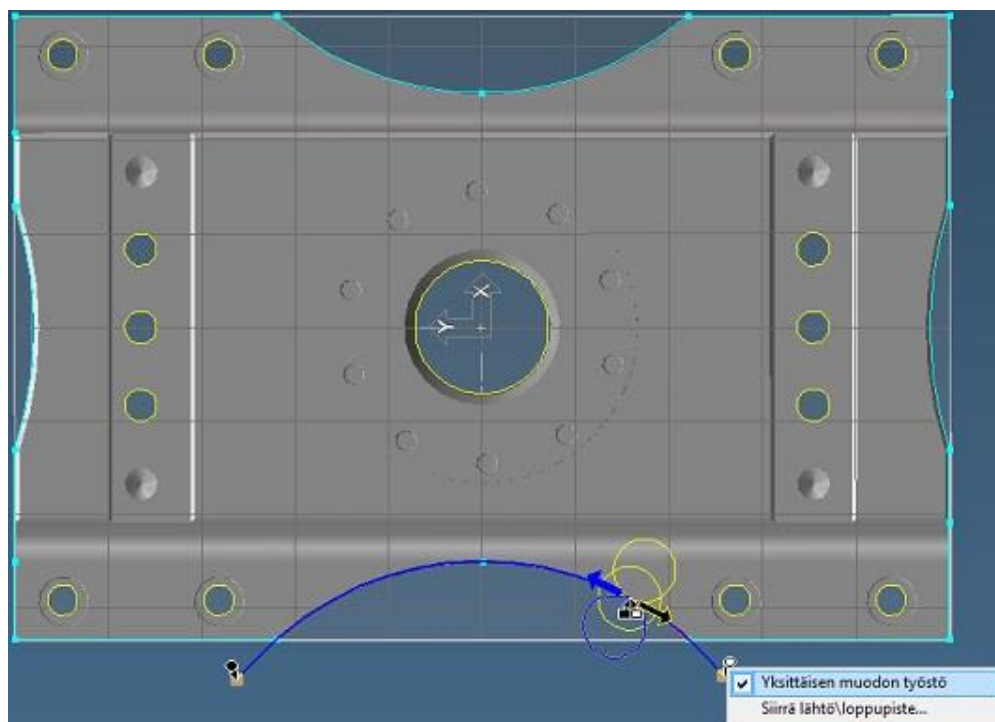
1. Vedetään sopiva työkalu prosessilistaan työkalulistasta.
2. Vedetään profiilioperaatio työkalun päälle prosessilistaan Työstö-paletista.
3. Määritetään tarvittavat asetukset, kuten työstöarvot, lähestyminen ja poistuminen, syvyys sekä lastunsyvyys Prosessi-ikkunasta (kuva 47).
4. Klikataan haluttu muoto geometriasta.
5. Valitaan työstön puoli ja suunta (Sininen merkitsee haluttua puolta/suuntaa).
6. Painetaan Työstö-paletista Tee se -painiketta.
7. Suljetaan Prosessi-ikkuna ja tarkistetaan operaation onnistuminen tarvittaessa simuloinnilla.



Kuva 47. Profiilin teko

6.6 Yksittäisen muodon työstö

Profiilin ajossa ohjelma tarjoaa koko klikattua geometriaa työstettäväksi. Mikäli halutaan työstää vain tietty osa geometriasta, onnistuu se siten, että klikataan hiiren oikealla painikkeella aloitus- tai lopetuspointterin päällä ja valitaan ”Yksittäisen muodon työstö” (kuva 48). Tällöin voidaan määrittää haluttu työstöalue vetämällä aloitus- ja lopetuspointterit haluttuihin kohtiin.

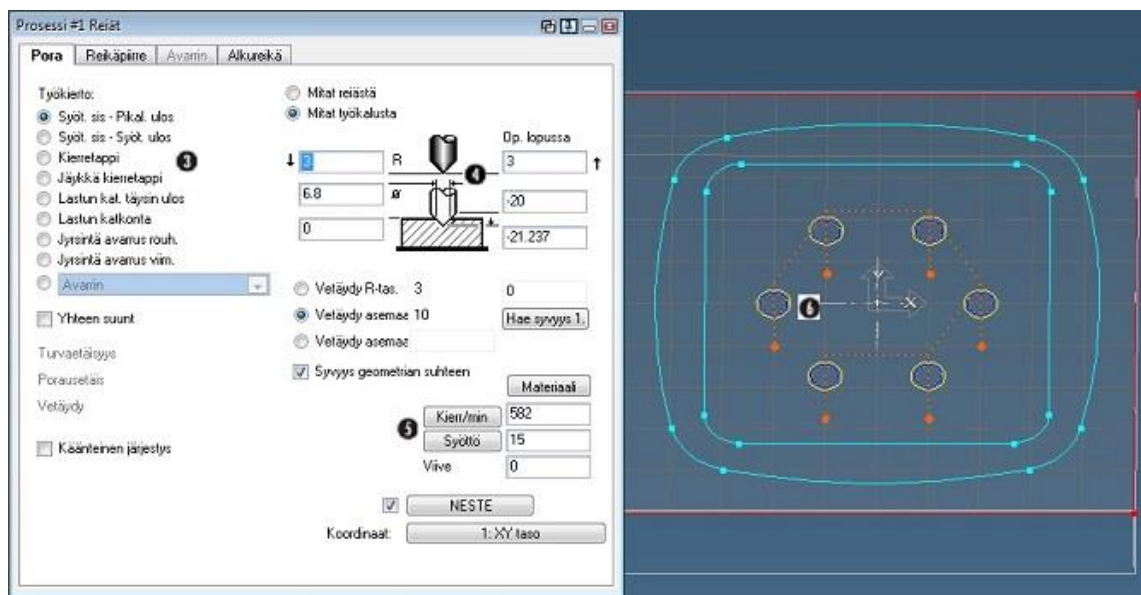


Kuva 48. Yksittäisen muodon työstö

6.7 Reikien ja kierteiden teko

Reikien teko tapahtuu seuraavanlaisesti:

1. Vedetään sopiva työkalu prosessilistaan työkalulistasta.
2. Vedetään porausoperaatio (reiät) työkalun päälle prosessilistaan Työstö-paletista.
3. Määritetään työkierto Prosessi-ikkunasta (kuva 49).
4. Asetetaan porauksen syvyys, työstöarvot sekä vetäytymistaso.
5. Määritetään työstöarvot.
6. Klikataan haluttu reikä geometriasta (HUOM! Useamman reiän saa valittua yhtä aikaa painamalla Ctrl-painike pohjaan ja klikkailemalla reiät tai painamalla Shift-painike pohjaan ja vetämällä hiiren vasen näppäin pohjassa laatikko reikien ylle).
7. Painetaan Työstö-paletista Tee se -painiketta.
8. Suljetaan Prosessi-ikkuna ja tarkistetaan operaatio tarvittaessa simuloinnilla.



KUVA 49. Reikien ja kierteiden teko

Kierteen teko onnistuu samalla lailla kuin yllä käsitelty porausoperaatiokin. Kierreoperaatio voidaan tehdä porausoperaation jatkoksi prosessilistaan. Usein, ennen kierteen tekoa, tehdään viiste reiän suulle kierrettä varten. Seuraavaksi onkin käsitelty viisteen teko reikään.

1. Vedetään haluttu viistetyökalu työkalulistasta prosessilistaan porausprosessin perään toiseen ruutuun.

2. Vedetään porausoperaatio (reiät) työkalun päälle prosessilistaan Työstö-paletista.
3. Määritetään työkierto.
4. Määritetään viisteen lähtötaso, syvyys, työstöarvot sekä leikkuunesteen käyttö (NC-poralla saa halkaisijatiedolla viisteen syvyyden määritettyä helposti).
5. Painetaan Päivitä-painiketta Työstö-paletista (HUOM! Mikäli aiemmin on tehty useampia reikiä, tulevat viisteet automaattisesti samaan kohtaan reikien kanssa).
6. Tarkistetaan simuloinnilla, onko viiste/viisteet kunnossa.

Kun viisteet on tehty, voidaan seuraavaksi tehdä kierteet.

1. Vedetään haluttu kierrettyökalu työkalulistasta prosessilistaan viiste-prosessin perään kolmanteen ruutuun.
2. Vedetään porausoperaatio (reiät) työkalun päälle prosessilistaan Työstö-paletista (työkiertoa ei tarvitse määrittää, sillä ohjelma ymmärtää sen kierrettyökalusta).
3. Määritetään kierteen lähtötaso, syvyys, työstöarvot sekä leikkuunesteen käyttö.
4. Painetaan Päivitä-painiketta Työstö-paletista (HUOM! Mikäli aiemmin on tehty useampia reikiä, tulevat kierteet automaattisesti samaan kohtaan reikien kanssa).
5. Tarkistetaan työstön geometriasta tai simuloinnilla, onko kierre/kierteet kunnossa.

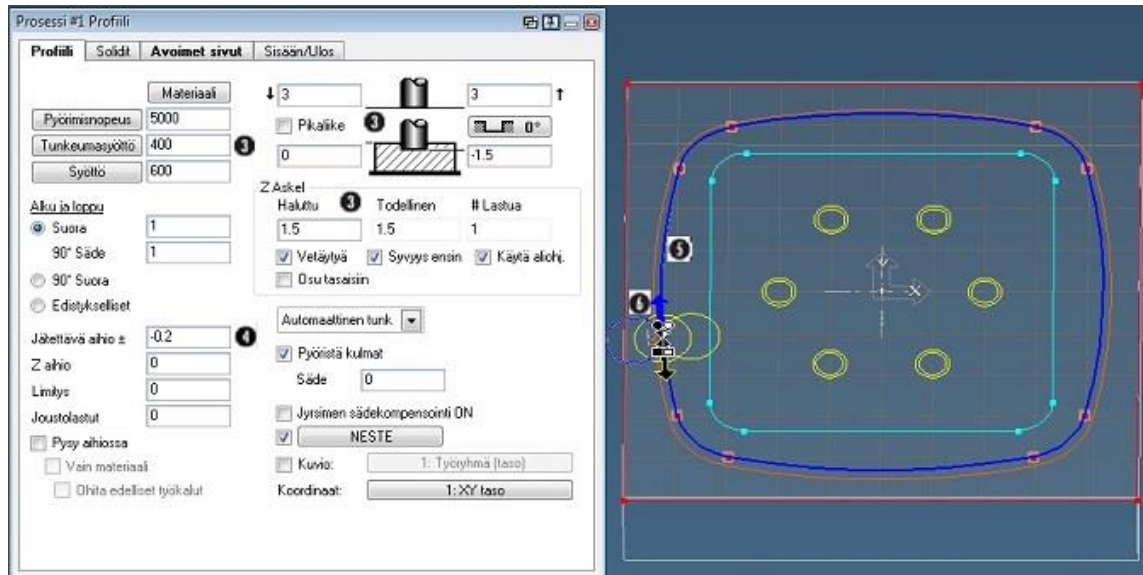
Huom! Reikien ja kierteiden teko kannattaa aina tallentaa prosessina. Tämä nopeuttaa työskentelyä, kun seuraavan kerran tarvitsee tehdä samanlaisia reikiä tai kierteitä.

6.8 Viisteiden ajo muotoon

Viisteiden ajaminen tuo kappaleeseen viimeistelyä ulkonäköä. Viisteiden ajo tapahtuu seuraavanlaisesti:

1. Vedetään sopiva viistetyökalu prosessilistaan työkalulistasta.
2. Vedetään profiilioperaatio työkalun päälle prosessilistaan Työstö-paletista.
3. Määritetään tarvittavat asetukset, kuten työstöarvot, lähestyminen ja poistuminen, syvyys (syvyyttä vaihtelemalla saadaan kulutettua terää eri korkeuksilta) sekä lastunsyvyys Prosessi-ikkunasta (kuva 50) (HUOM! Syvyyden pitää olla määritettynä muodon alapuolelle: huomioi viistetyökalu sekä kappaleen muodot).
4. Laitetaan Jätettävä aihio -kohtaan haluttu viisteen koko negatiivisena arvona.
5. Klikataan haluttu muoto geometriasta.

6. Valitaan työstön puoli ja suunta (Sininen merkitsee haluttua puolta/suuntaa).
7. Painetaan Työstö-paletista Tee se -painiketta.
8. Suljetaan Prosessi-ikkuna ja tarkistetaan operaation onnistuminen tarvittaessa simuloinnilla.



KUVA 50. Viisteiden ajo muotoon

6.9 Advanced 3D machining

Advanced 3D machining-toiminnon (kuva 51) avulla voidaan muun muassa työstää kaksoiskaarevia muotoja. Sen monipuolisten toimintojen ansiosta hankalammatkin muodot saadaan jyrskyttävä vaivattomasti. Siinä on toiminnot niin muodon rouhintaan kuin myös viimeistelyyn.



KUVA 51. Advanced 3D machining

6.10 VoluMill™

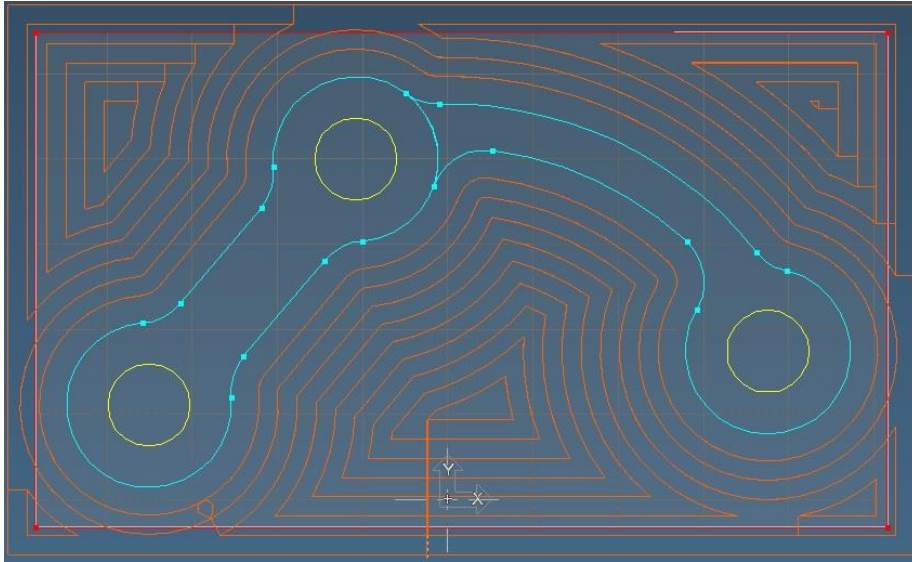
VoluMill™ (kuva 52) on suurnopeusjyrsintämenetelmä, jossa lastun kosketuskulma pysyy vakiona eikä terä milloinkaan haukkaa kulmissa 180°, kuten tavanomaisessa jyrsinnässä tapahtuu. Menetelmässä hyödynnetään työkalun koko särmän pituutta, mikä osaltaan tuo säästöä työkalukustannuksissa. Volumill säästää myös konetta, sillä kaikki liikkeet ovat jouhevia ja soveltuvat suurnopeustyöstöön. (Niittynen, 2013)

VoluMill™ generoi työstöradat pitäen jyrsimen lastuamiskosketuskulman vakiona koko työstön ajan. VoluMill™-työstörata säilyttää työkalun kuormituksen vakiona, ja se mahdollistaa jopa moninkertaiset syöttöarvot perinteiseen jyrsintään nähden. VoluMill™-teknologia säättää dynaamisesti syöttönopeuden jyrsimen kaartaessa. Jyrsimen kehällä oleva efektiivinen syöttö pysyy vakiona ympyrän kaaria jyrsittäessä. Menetelmä generoi jouhevat, tangenttialisesti jatkuvat liikkeet työkalulle. Menetelmä vähentää räsitusta koko koneistusympäristössä (työkalut, pitimet, kiinnittimet, jne.). (Niittynen, 2013)

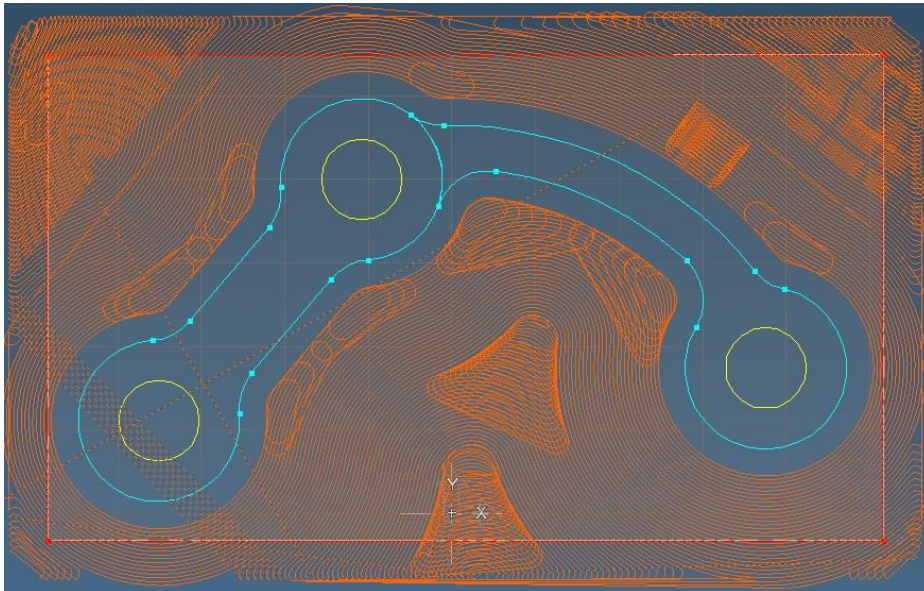


KUVA 52. VoluMill

Alla on vertailtuna erään harjoituskappaleen työstöratioja perinteisellä jyrsintämenetelmällä (kuva 53) verrattuna VoluMill™-suurnopeusjyrsintämenetelmään (kuva 54). Kyseisessä kappaleessa VoluMill™-menetelmän työstöaika oli noin kolmasosa perinteiseen verrattuna.



KUVA 53. Perinteinen jyrsintämenetelmä



KUVA 54. VoluMill™-menetelmä

7 2.5D-SOLIDIT

Tässä luvussa käsitellään 2.5D-solideihin liittyviä toimintoja, muun muassa tiedoston avaamista ja työstöalueen määrittystä. Solidi-osiossa ei ole käsitelty työstöoperaatioiden luomista, koska ne käsiteltiin jo aiemmin sorvaus- ja jyrsintäosioissa. GibbsCAM sisältää myös solidi-mallinnukseen tarkoitetun työkalun, jolla voidaan tehdä uusia solideja tai muokata vanhoja.

7.1 Tiedoston tuonti

Tiedoston tuonnilla tarkoitetaan aiemmin luodun tiedoston lisäämistä nykyiseen tiedostoon, esimerkiksi kiinnittimen lisäys. Tiedosto saadaan tuotua näin: Tiedosto -> Tuo -> Valitaan haluttu tiedosto -> Avaa. Tiedoston tuonti-dialogi ei näytä kuin valitun tiedostotyyppin. Tiedostotyyppiä voidaan vaihtaa dialogin oikean alareunan alavetovalikosta.

7.2 Solidin kohdistaminen

Solidin kohdistus esimerkiksi puristimeen onnistuu Solids Alignment -työkalun (kuva 55) avulla. Se saadaan avattua seuraavasti: Plug-ins -> Solids -> Solids Alignment. Työkalu toimii siten, että halutut pinnat valitaan Ctrl-painike pohjassa, minkä jälkeen klikataan työkalusta haluttua toimenpidettä. Solidia voidaan myös tönäistä haluttuun suuntaan tai määrittää jollekin toimenpiteelle offset-arvo. Suurin osa toiminnoista tarvitsee kaksi pintaa tai reunaa toimiakseen. Ensin valittu pinta/reuna on kohde, joka liikkuu, ja toiseksi valittu pinta/reuna on kiinteä eikä liiku.



KUVA 55. Solids Aligment

7.3 Työstöalueen määrittäminen

Jotta solidista saadaan työstöalue määritettyä, tarvitaan solidista geometria. Geometria saadaan luotua kolmella eri tavalla: solidin reunoista, pintavalinnalla tai profiler-työkalulla. Lisäksi geometrian saa luotua solidin ääri viivoista seuraavalla tavalla: Geometria-dialogi -> Geometria solidista -> Ääri viiva. Sitä painamalla ohjelma tekee geometrian solidin ääri viivoista. Huomaa, että solidin täytyy Ääri viiva-työkalua käytettäessä olla kokonaan aktiivisena (keltainen).

7.3.1 Solidin reunat

Reunavalinta sijaitsee tehtäväpalkissa, ja sen saa päälle sitä klikkaamalla. Reunavalinnalla saa luotua geometrian solidin reunoista.

1. Klikataan reunavalinta päälle, jolloin solidin ääri viivat tulevat näkyviin harmaana.
2. Klikataan haluttua ääri viivaa solidista (Huom! Voidaan valita useampi viiva pitämällä Ctrl-näppäin pohjassa ja klikkailemalla halutut reunat).
3. Klikataan hiiren oikeaa näppäintä ja valitaan ”Geometria reunoista” tai aukaistaan Geometria-dialogi -> Geometria solidista -> Geometrian muodostus.

4. Määritetään toleranssi Geometrian muodostus-dialogissa (Huom! 2.5D-muodoissa pienempi toleranssi kuin 0,01 mm tekee splineja eli jouhevia käyriä ja nc-koodin pituus kasvaa).
5. Painetaan Tee se -painiketta.

7.3.2 Pintavalinta

Pintavalinta sijaitsee tehtäväpalkissa, ja sen saa päälle sitä klikkaamalla. Pintavalinnalla saa luotua geometrian solidin pinnoista.

1. Klikataan pintavalinta päälle.
2. Klikataan haluttua pintaa solidista (Huom! Voidaan valita useampi pinta pitämällä Ctrl-näppäin pohjassa).
3. Klikataan hiiren oikeaa näppäintä ja valitaan ”Geometria reunoista” tai aukaistaan Geometria-dialogi -> Geometria solidista -> Geometrian muodostus.
4. Määritetään toleranssi Geometrian muodostus -dialogissa (Huom! 2.5D-muodoissa pienempi toleranssi kuin 0,01 mm tekee splineja eli jouhevia käyriä ja nc-koodin pituus kasvaa).
5. Painetaan Tee se -painiketta.

7.3.3 Profiler

Profiler sijaitsee tehtäväpalkissa, ja sen saa päälle sitä klikkaamalla. Päällä ollessaan se näkyy läpinäkyvänä vaaleanvihreänä tasona. Profileria voidaan liikutella hiirellä sen reunasta kiinni pitämällä tai klikkaamalla hiiren oikeaa näppäintä Profilerin reunassa ja valitsemalla ”Profilerin syvyys”. Profilerilla saa luotua geometrian halutulta tasolta.

1. Klikataan Profiler päälle ja viedään se halutulle korkeudelle hiirellä vetämällä tai hiiren oikealla painikkeella -> Profilerin syvyys (sillä korkeudella olevat geometriat näkyvät kirkkaan vihreinä).
2. Klikataan haluttua geometriaa, jolloin se muuttuu siniseksi (voidaan valita kaikki klikkaamalla hiiren oikeaa näppäintä -> Valitse kaikki profiilit).
3. Klikataan hiiren oikeaa näppäintä ja valitaan ”Geometria reunoista” tai aukaistaan Geometria-dialogi -> Geometria solidista -> Geometrian muodostus.

4. Määritetään toleranssi Geometrian muodostus-dialogissa (Huom! 2.5D-muodoissa pienempi toleranssi kuin 0,01 mm tekee splineja eli jouhevia käyriä ja nc-koodin pituus kasvaa).
5. Painetaan Tee se -painiketta.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyössä pyrittiin tekemään johdonmukainen ja selkeä opintomateriaali GibbsCAM-ohjelmistosta. Aluksi ohjelmistoon oli perehdyttävä erittäin huolellisesti. Ilman alkukoulutusta ohjelmiston oppiminen olisi varmasti ollut paljon haastavampaa. Hyvillä esimerkkiharjoituksilla oli myös erittäin positiivinen vaikutus oppimisprosessissa. Lisäksi käytännön harjoitukset osoittautuivat tehokkaaksi motivointikeinoksi ohjelmiston opettelussa.

Opintomateriaalin rakenteen luomisella oli merkittävä vaikutus sisällön tuottamiseen. Onnistuneella jaottelulla pystyttiin nopeuttamaan materiaalin kirjoittamista huomattavasti. Kuvien lisääminen tekstin lisäksi havainnollistaa opeteltavia asioita paljon. Materiaalin kirjoittaminen oli haastavaa, sillä tekstistä täytyi saada ymmärrettävä ja mahdollisuutta väärinkäsityksiin pyrittiin välttämään.

Työssä oli tarkoituksena, että opintomateriaalia olisi mahdollisimman helppo ja nopea käyttää, ja siksi materiaalia varten päädyttiin tekemään käyttöliittymä. Käyttöliittymän teko oli mielenkiintoinen osa työtä, sillä sellaisen suunnittelusta ja tekemisestä ei ollut aiempaa kokemusta. Käyttöliittymästä pystyy selailemaan opintomateriaalin eri osioita, ja hankalimmista osioista voi katsoa esimerkkivideoita. Videoita tehtiin, koska tietyt osiot on huomattavasti helpompia ymmärtää niiden avulla. Videot laadittiin sen jälkeen, kun kirjallinen osuus oli valmiina, jotta ne tukisivat kirjallista materiaalia mahdollisimman hyvin. Videoissa käytetyt esimerkkikappaleet löytyvät liitteistä.

Opinnäytetyön tekeminen sujui kokonaisuudessaan melko jouhevasti. Asetettuihin tavoitteisiin päästiin hyvin. Työstä on huomattavasti apua varsinkin ohjelman käytön vasta-alkajalle. Pelkän opintomateriaalinkin pohjalta ohjelmaa voi alkaa käyttää, mutta tarkoituksena oli, että se tukee aikaisemmin annettua koulutusta.

Opintomateriaalia ei ehditty työn tekemisen aikana testauttaa millään koeryhmällä. Materiaali tulee yrityksen asiakkaiden käyttöön, ja työ tehtiin niin, että sitä on jatkossa helppo päivittää. Opintomateriaalia voitaisiin jatkossa kehittää käyttäjiltä saadun palautteen lisäksi siten, että siihen laadittaisiin omat osionsa 3-, 4- ja 5-akselisesta jyrsinnästä sekä monikappalekoneistuksesta. Sorvauspuolta materiaalin osalta voitaisiin

jatkaa moniakseliseen sorvaukseen sekä monikanavaisilla vastakarasorveilla tehtävään sorvaukseen.

LÄHTEET

Sähköposti:

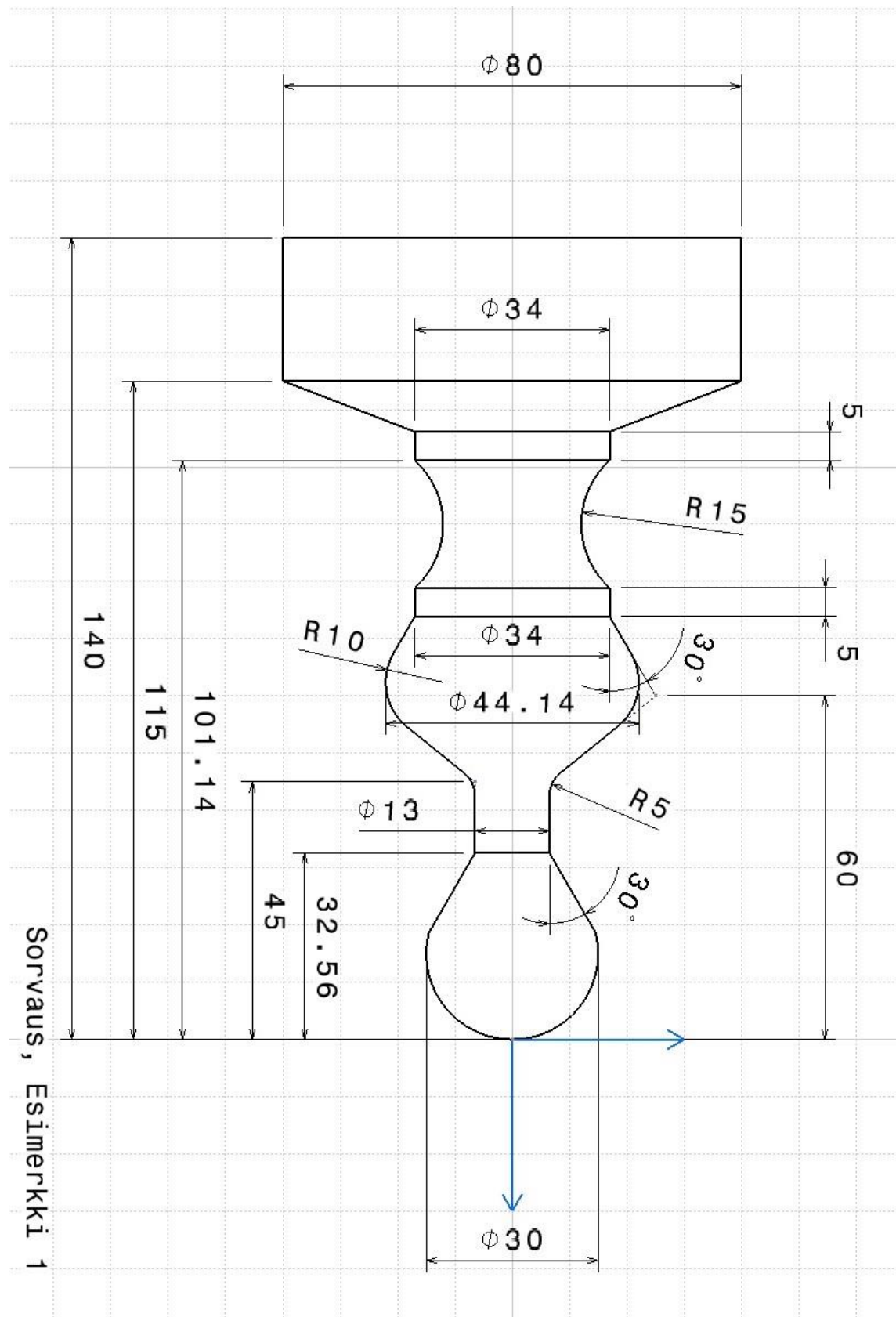
Niittynen, Petri, Toimitusjohtaja, Cenic Finland Oy. Luettu 15.03.2013.

Palaveri:

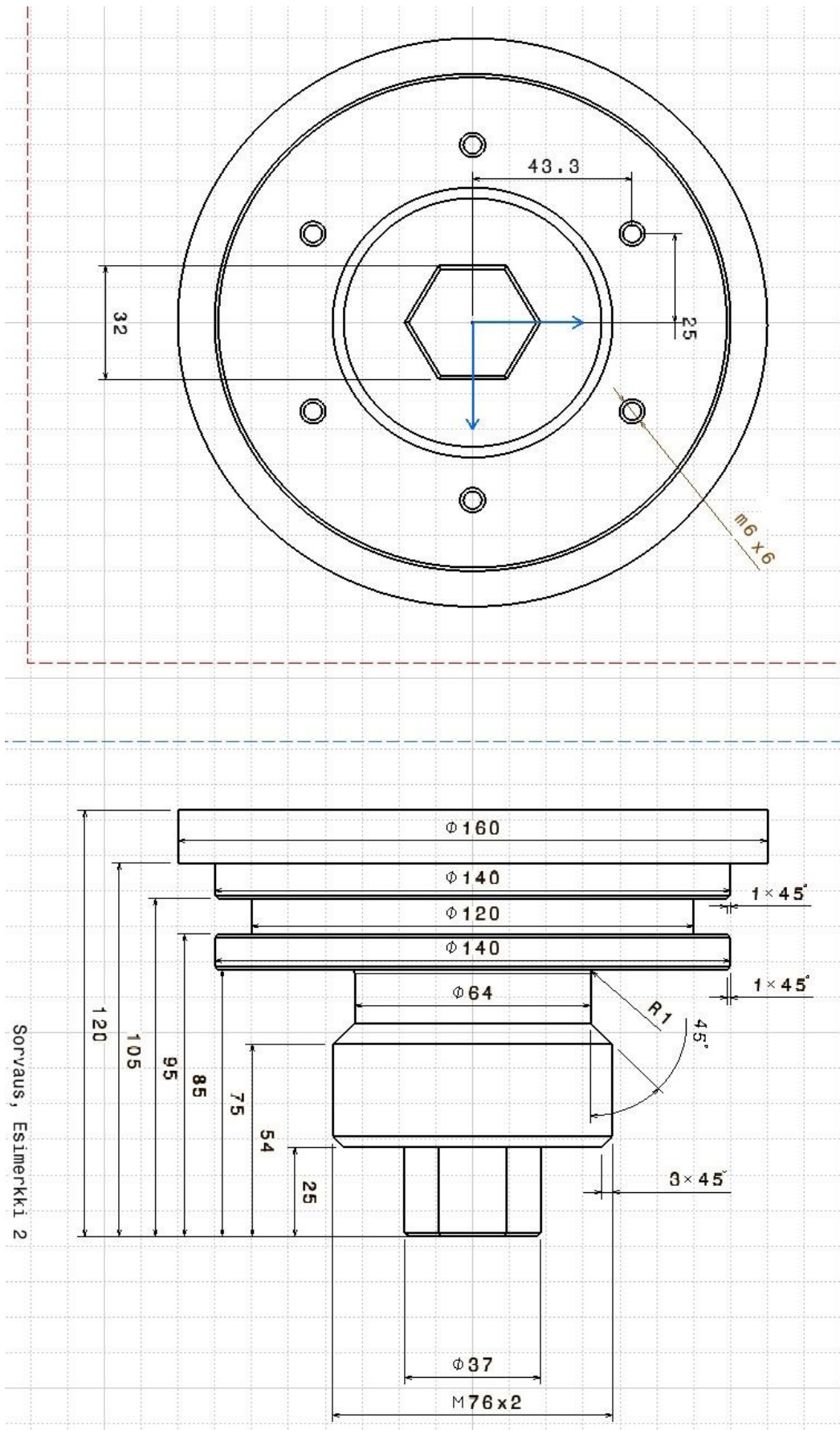
Niittynen, Petri, Toimitusjohtaja, Cenic Finland Oy. Pidetty 2.4.2013.

LIITTEET

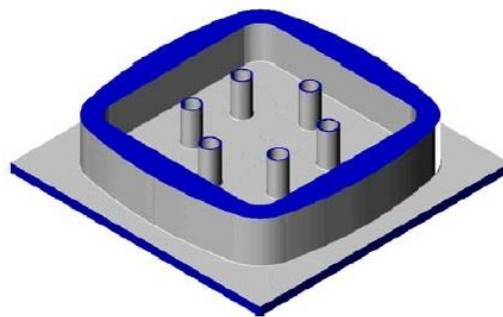
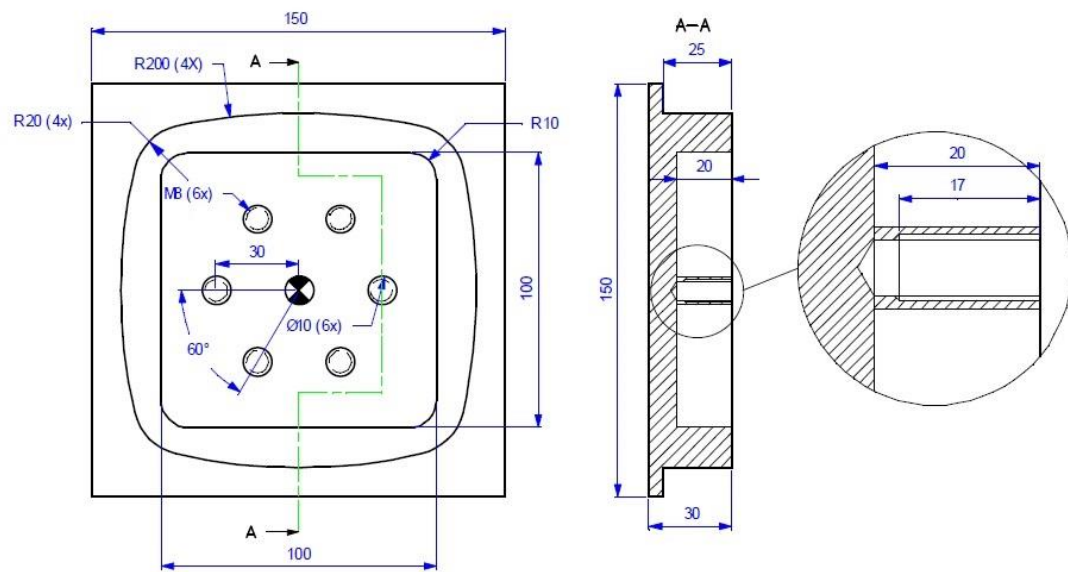
Liite 1. Sorvausesimerkki 1



Liite 2. Sorvausesimerkki 2



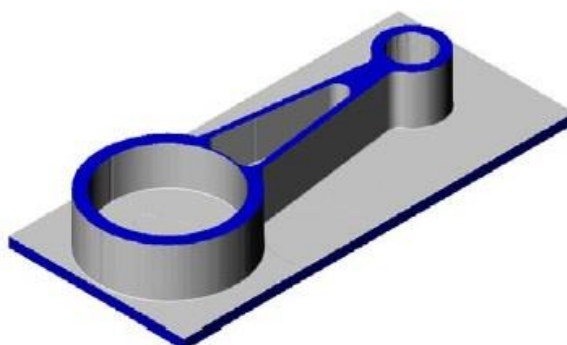
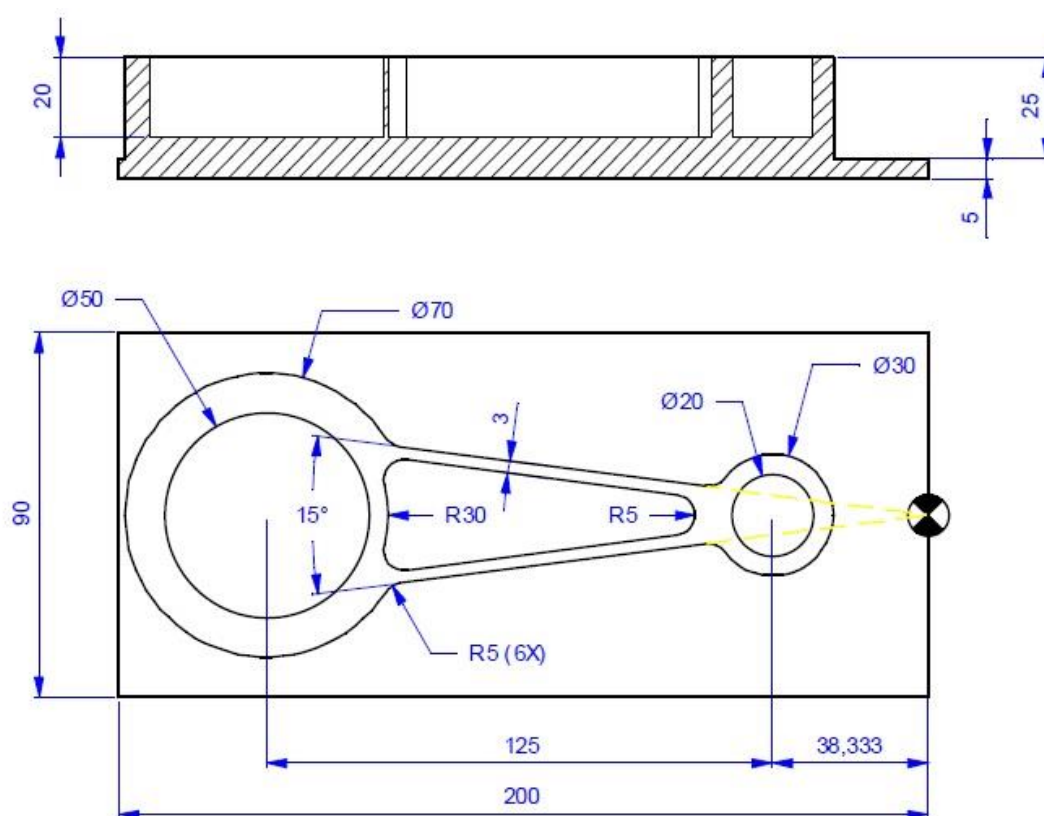
Liite 3. Jyrsintäesimerkki 1



Copyright ©, Fructus Data AB.

JYRSINTÄESIMERKKI 1

Liite 4. Jyrsintäesimerkki 2



Liite 5. Pikanäppäinyhdistelmät

GibbsCAM Shortcuts

File Menu	
Ctrl N	New
Ctrl O	Open
Ctrl W	Close Window
Ctrl S	Save
Ctrl P	Print

Edit Menu	
Ctrl Z	Undo
Ctrl Y	Redo
Ctrl X	Cut
Ctrl C	Copy
Ctrl V	Paste
Ctrl A	Select All
Ctrl M	Current CS
Shift Drag	Mouse Drag
Alt I	Insert row
Alt K	Delete row
Alt A	Use Other Intersection

View Menu	
Ctrl E	Top
Ctrl F	Front
Ctrl G	Right
Ctrl I	Isometric
Ctrl H	Home
Ctrl U	Unzoom
Ctrl R	Redraw
Ctrl K	Previous View
Ctrl +	Zoom In
Ctrl -	Zoom Out
Ctrl L	Labels
Ctrl J	Draw Points
Ctrl [Show Geometry
Ctrl `	Shrink Wrap

Modify Menu	
Ctrl D	Duplicate
Ctrl T	Reverse Arc
Ctrl \	Change CS (HVD)

Help Menu	
Ctrl B	Balloons

Palettes	
Ctrl 1	Document Control
Ctrl 2	Geometry Creation
Ctrl 3	Tools
Ctrl 4	Machining
Ctrl 5	View Control
Ctrl 6	Cut Part Rendering
Ctrl 7	Post Processing

CAD	
Enter/Return/Space Bar: Create single feature in geometry dialog.	
Alt + Enter/Return/Space Bar: Create multiple features in geometry dialog.	
Alt + Click Geometry: Enter dimensions of existing geometric entities into text boxes in dialogs.	
Alt + Sh + Click Geometry: Enter the entire point set (eg. X, Y, Z) of existing geometric entities into text boxes in dialogs.	
Click Tool Tile: Lines or points created using the Mouse Tool will display an outline of the selected tool's diameter.	
Ctrl + Click Geometry: Select multiple features or points.	
Sh + Drag Rectangle: Select all geometry in the given area.	
Number Key: Pressing a number key when the geometry palette is up will select the corresponding button.	
Alt + Button Click: In the CS Palette, will create a CS at the position of the selected geometry.	
Ctrl + Button Click: In the CS palette, will create a new Coordinate System.	
Ctrl + Arrow Keys: Pan the geometry window up, down, left or right.	

Tile Lists	
Sh + Click Tiles: Select a group of contiguous tiles by selecting the first and last tile in the group while holding down the Shift key.	
Ctrl + Click Tiles: Select multiple, non-contiguous tiles.	
Sh + Double Click Empty Tile Location: Move all lower tiles up one in Tile List.	
Sh + Double Click Insertion Point: Create an empty tile location.	
Click + Drag Scroll Arrow: Scroll through tile lists a page at a time.	

Trackball	
Alt + View Button: Changes the view to the inverse or backside of the view button selected.	

Machining Markers	
Ctrl + Sh + Click Feature: The end feature and end point markers move to the position that is clicked.	
Double Click Feature Marker: Toggles cut shape selection between single feature cut and multi-feature cut.	

Geometry Expert	
Alt 1	Line
Alt 2	Chamfer
Alt 3	Fillet
Alt 4	CW Arc
Alt 5	CCW Arc
Alt 6	Close Shape
Alt 7	Macro

Ctrl = Ctrl Key
 Alt = Alt Key
 Sh = Shift Key